

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI POLİMER FİLMLERDE AMBALAJLANAN ÜZÜM SUYU
KONSANTRESİNDE HMF OLUŞUMU

Lütfiye EKİCİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA

2005

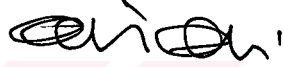
Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU danışmanlığında, Lütfiye EKİCI tarafından hazırlanan bu çalışma 26.01.2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fatih YILDIZ



Prof. Dr. Aziz EKŞİ



Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.



Prof. Dr. Metin OLGUN
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI POLİMER FİLMLERDE AMBALAJLANAN ÜZÜM SUYU KONSANTRESİNDE HMF OLUŞUMU

Lütfiye EKİCİ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman. Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU

Bu çalışmada, 5-hidroksimetil 2-furfural (HMF) oluşumu üzerine ambalaj materyallerinin etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, 70° brikse ayarlanmış beyaz ve kırmızı üzüm konsantreleri; polietilen/poliamid (PE/PA), polietilentereftalat/polietilen (PET/PE) ve polietilentereftalat/alüminyum/polietilen (PET/Al/PE) olmak üzere 3 farklı ambalaj materyali kullanılarak hazırlanan ambalajlarda, 28 ve 37°C sıcaklıklarda 6 ay süreyle depolanmıştır. Depolama süresince 1., 2., 3. ve 6. aylarda örnek alınarak, örneklerde HMF, esmerleşme indeksi (A_{420}) ve berraklık tayini (% T_{625}) yapılmıştır.

Üzüm suyu konsantrelerinin HMF miktarları üzerine ambalaj materyali, depolama sıcaklığı, depolama süresi ve konsantre çeşidinin $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. PET/Al/PE, PET/PE ve PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerin HMF miktarları sırası ile 209.4, 225.7 ve 241.3 mg/kg olarak belirlenmiştir. HMF farklılığının ambalaj materyallerinin farklı oksijen geçirgenliğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Analiz değerleri ortalamalarından beyaz ve kırmızı konsantrelerin HMF miktarları sırası ile 217.4 ve 233.5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığındaki artışın HMF oluşumunu teşvik ettiği, 28°C'de depolanan konsantrelerin ortalama HMF miktarı 39.4 mg/kg iken, 37°C'de depolananlarda bu değer 411.5 mg/kg'a ulaştığı saptanmıştır.

Örneklerin esmerleşme indeksi (A_{420}) ve berraklık değerleri (% T_{625}) üzerine ambalaj materyali, depolama sıcaklığı, depolama süresi ve konsantre çeşidinin etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerin renk ve berraklıklarını diğer ambalajlarda depolanan konsantrelere göre daha iyi korudukları saptanmıştır.

2005, 46 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: HMF, üzüm suyu konsantresi, ambalaj materyali, enzimatik olmayan esmerleşme, depolama

ABSTRACT

Master Thesis

HMF FORMATION IN GRAPE JUICE CONCENTRATE PACKAGED IN VARIOUS POLYMER FILMS

Lütfiye EKİCİ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU

The effect of packaging materials on the formation of 5-hydroxymethyl 2-furfural (HMF) was investigated. Red and white grape juice concentrates at 70° Bx filled into pouches from three different packaging materials including polyethylene/polyamide (PE/PA), polyethyleneterephthalate/polyethylene (PET/PE) and polyethyleneterephthalate/aluminium/polyethylene (PET/Al/PE) were stored at 28 and 37°C for six months. HMF, browning index (A_{420}) and clearness (% T_{625}) analyses were conducted by taking samples at 1st, 2nd, 3rd and 6th months during storage.

Packaging material, storage temperature, storage time and concentrate type were effective on the HMF formation of grape juice concentrates ($P < 0.01$). The HMF content in concentrate packaged with PET/Al/PE, PET/PE and PE/PA, were 209.4, 225.7 and 233.5 mg/kg, respectively. The variation in HMF content might be attributed to the difference in oxygen permeability rates of packaging materials. The average amounts of HMF in white and red grape juice concentrates were 217.4 and 233.5 mg/kg, respectively. Higher storage temperature promoted HMF formation. The average amounts of HMF in concentrates stored at 28 and 37°C were 39.4 and 411.5 mg/kg, respectively.

Packaging material, storage temperature, storage time and concentrate type were effective on the browning index (A_{420}) and clearness (% T_{625}) of grape juice concentrates ($P < 0.01$). The concentrates packaged in PET/Al/PE pouches had the best color and clearness.

2005, 46 pages

Key Words: HMF, grape juice concentrate, packaging material, nonenzymatic browning, storage

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda araştırma olanağı sağlayan ve çalışmamın her safhasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Sedat VELİOĞLU (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)'na, destek ve yardımlarını gördüğüm Araş. Gör. Dr. Ender Sinan POYRAZOĞLU (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)'na, Araş. Gör. Dr. Atilla ŞİMŞEK (Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)'e, Araş. Gör. Nihal TÜRKMEN'e, Araş. Gör. Ali Levent COŞKUN'a, Araş. Gör. Ferda SARI (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)'ya, gösterdiği destek ve anlayıştan dolayı eşim Recep EKİCİ'ye ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Lütfiye EKİCİ

Ankara, Ocak 2005

SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar

FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı
HMF	5-hidroksimetil 2-furfural
A ₄₂₀	420 nm'deki absorbans
% T ₆₂₅	625 nm'deki transmittans
PE/PA	Polietilen/poliamid
PET/Al/PE	Polietilenterefalat/alüminyum/polietilen
PET/PE	Polietilenterefalat/polietilen
Al/PE	Alüminyum/polietilen
HDPP	Yüksek yoğunluklu polipropilen

Birimler

mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
nm	Nanometre
mL	Mililitre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Maillard reaksiyonu şeması.....	7
Şekil 2.2. Heksozların asidik ortamda ısıtılması sonucu 5-HMF oluşumu.....	9
Şekil 3.1. Üzüm suyu üretimi akış şeması.....	17
Şekil 4.1. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	23
Şekil 4.2. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	23
Şekil 4.3. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	24
Şekil 4.4. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	24
Şekil 4.5. Beyaz üzüm suyu konsantrlerinin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixkonsantr çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	27
Şekil 4.6. Kırmızı üzüm suyu konsantrlerinin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixkonsantr çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	27
Şekil 4.7. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixdepolama sıcaklığı 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	28
Şekil 4.8. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixdepolama sıcaklığı 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	28
Şekil 4.9. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi.....	29

Şekil 4.10. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantre çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi.....	29
Şekil 4.11. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksyonunun etkisi.....	32
Şekil 4.12. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksyonunun etkisi.....	32
Şekil 4.13. Beyaz üzüm suyu konsantrelerinin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixkonsantre çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi	33
Şekil 4.14. Kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama süresixkonsantre çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi	33
Şekil 4.15. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantre çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi.....	34
Şekil 4.16. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantre çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi.....	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Üzüm suyunun bileşimi.....	4
Çizelge 2.2. Ambalajın geçirgenlik özellikleriyle ilintili ürün reaksiyonları.....	12
Çizelge 3.1. Ambalaj malzemeleri ve geçirgenlik özellikleri.....	16
Çizelge 4.1. Üzüm suyu konsantrlerinde depolama süresince HMF (mg/kg) değışimi.....	20
Çizelge 4.2. Üzüm suyu konsantrlerinin HMF, A ₄₂₀ ve % T ₆₂₅ analiz değerlerine ait varyans analiz değerleri.....	21
Çizelge 4.3. Ambalaj materyalinin HMF, A ₄₂₀ ve % T ₆₂₅ üzerine etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi (n=40).....	22
Çizelge 4.4. Depolama süresinin HMF, A ₄₂₀ ve % T ₆₂₅ üzerine etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi (n=24).....	22
Çizelge 4.5. Depolama süresince üzüm suyu konsantrlerinde esmerleşme (A ₄₂₀) indeksi.....	25
Çizelge 4.6. Depolama süresince üzüm suyu konsantrlerinde berraklık (% T ₆₂₅) değeri.....	30

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	2
2.1. Üzüm, Bileşimi ve Değerlendirme Yöntemleri.....	2
2.2. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları, HMF'nin Oluşumu ve Önemi.....	5
2.3. Plastik Ambalajlar, Geçirgenlik-Kimyasal Reaksiyon İlişkileri.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Üzüm suyu konsantresi.....	16
3.1.2. Ambalaj materyali.....	16
3.1.3. İşlem.....	18
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini yöntemi.....	18
3.2.2. Renk ve berraklık tayini yöntemleri.....	18
3.2.3. Ambalaj malzemelerinin oksijen ve su buharı geçirgenlik tayin yöntemleri.....	19
3.2.4. İstatistikî analiz.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	20
4.1. Üzüm Suyu Konsantrlerinde HMF Değişimi.....	20
4.2. Üzüm Suyu Konsantrlerinde Esmerleşme.....	25
4.3. Üzüm Suyu Konsantrlerinde Berraklık.....	30
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	35
5.1. Üzüm Suyu Konsantrlerinin HMF Miktarındaki Değişim.....	35
5.2. Üzüm Suyu Konsantrlerinin Esmerleşme İndekslerindeki (A_{420})	

Değişim.....	37
5.3. Üzüm Suyu Konsantrelerinin Berraklıklarındaki (% T ₆₂₅) Değişim.....	38
KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	46



1. GİRİŞ

Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, gıdalarda besleyici değerin ve duyuşal kalitenin azalmasına yol açmaktadır. Rengin bozulması ve esmerleşme, ısı etkisiyle oluşun bazı reaksiyonların sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu reaksiyonlar arasında indirgen şekerler ile amino asitler arasında oluşun Maillard reaksiyonu, karamelizasyon, askorbik asit degradasyonu (Cornwell ve Wrosta 1981) ve pigment parçalanması (Beveridge vd 1986) sayılabilir.

Maillard reaksiyonu, gıdanın duyuşal niteliklerinin (renk değışimi ve uçucu bileşenlerin oluşumu) yanı sıra besleyici değeri üzerinde de (amino asit, protein kullanılabilirliği ve metabolizma) olumsuz etkilere yol açmaktadır (Lerici vd 1990). Bu nedenlerle Maillard reaksiyonunun ve bu reaksiyonda bir ara ürün olan 5-hidroksimetil 2-furfuralın (HMF) oluşumunun mümkün olduğu kadar düşük düzeyde tutulması istenir. Meyve suyu, reçel, marmelat, salça, püre, süttozu, bal, bebek mamaları gibi ısı işlem gören birçok gıdanın kalitesinin değeriendirilmesinde Maillard reaksiyonunun bir ara ürünü olan HMF indikatör olarak kullanılmaktadır.

HMF oluşumunun söz konusu olduğu gıdalardan biri de üzüm suyu konsantresidir. Gerek üretim sırasında, gerekse de depolama sürecinde bir miktar HMF oluşmaktadır. Sıcaklığın ve depolama süresinin HMF oluşumu üzerindeki etkisi birçok meyve türünde incelenmiş olmasına karşın, ambalaj materyalinin ve konsantre çeşidinin etkisinin incelendiği araştırma sayısı oldukça sınırlıdır ve üzüm suyu konsantresinde bu konuda yapılmış bir çalışma yoktur. Bu araştırmanın amacı, farklı polimer filmler ile ambalajlanarak farklı sıcaklıklarda depolanan kırmızı ve beyaz üzüm suyu konsantrelerinde ambalaj materyalinin HMF oluşumuna etkisinin belirlenmesidir. Bu çalışma ile ayrıca üzüm suyu konsantresi çeşidinin (kırmızı-beyaz) HMF oluşumu açısından etkisi de ortaya konulmuş olmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2. 1. Üzüm, Bileşimi ve Değerlendirme Yöntemleri

Sıcak-ılıman iklim kuşağı bitkisi olan üzüm, *Vitaceae* familyasının *Vitis* türüne dahildir. *Vitis* türü *Euvitis* (gerçek üzüm) ve *Muscadinia* olmak üzere iki alt tür içermektedir. *Euvitis* alt cinsinin en önemli türü olan *Vitis vinifera*'nın anavatanı, Türkiye'nin kuzeydoğu bölgesini de içine alan, Karadeniz ve Hazar Denizi arasındaki alanlardır (Çelik vd 1998).

Ülkemiz, üzüm üretimi ve çeşit zenginliği açısından dünyanın sayılı ülkeleri arasında yer almaktadır. Üzüm; çeşitli değerlendirme yöntemlerinin olması, iklim ve toprak istekleri yönünden çok seçici olmaması, çok yıllık olması ve çoğaltılma yöntemlerinin kolay olması gibi avantajlara sahip olması nedeniyle dünyada en fazla üretilen meyvelerden biridir (Anonymous 2004a).

FAO (2003) verilerine göre dünyada toplam üzüm üretimi 60.883.454 tondur. Türkiye yaklaşık 525.000 hektar bağ alanında 3.650.000 ton üzüm üretimi ile dünya sıralamasında 6. sırada yer almaktadır.

Ticari olarak üzümler; sofralık, kurutmalık, şaraplık ve meyve suyuna işlenenler olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır (Soyer vd 2003). Dünyada üretilen üzümlerin % 64.3'ü şaraba işlenirken, % 7.6'sı kurutmalık ve %20.9'u sofralık olarak değerlendirilmektedir (Anonymous 2004a). Ülkemizde ise üretilen üzümlerin % 3'ü şaraplık, % 37'si kurutmalık, % 23'ü sofralık ve % 37'si de pekmez, pestil, sucuk ve sıra gibi ürünlerin yapımında kullanılmaktadır (Kaya ve Maskan 2003).

Son yıllarda üzüm suyu tüketiminde ve fiyatlarında artış gözlenmektedir (Buglione ve Lozano 2002). 2004 yılı eylül ayındaki üzüm suyu konsantresi (kırmızı, 65° briks) fiyatı 1.84 Euro/kg'dır (Anonymous 2004b). FAO (2002) verilerine göre Türkiye 919 ton

üzüm suyu ihracatından 600.000 dolar gelir elde etmiştir. Meyve suyu ticaretinde yer edinmeye çalışan üzüm suyu konsantrlerinin yüksek kalitede olması önem verilmesi gereken konulardan biridir.

Üzüm sularının çözünür kuru maddesi, esas olarak glukoz ve fruktoz ile tartarik ve malik asitten oluşmaktadır. Bu maddelerin miktarları, üzüm varyetelerine ve olgunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Montgomery vd 1982). Üzüm suyunda glukoz ve fruktoz sırasıyla 98 g/L ve 106 g/L kadar bulunurken (Göğüş vd 1998), hiç sakkaroz bulunmamaktadır (Velioğlu ve Artık 1993). Üzüm suyunda bulunan diğer minör oligosakkaritlerin miktarının %1'den daha az olduğu aktarılmaktadır (Buglione ve Lozano 2002). Üzüm suyunda 18 farklı serbest amino asit belirlenmiş olup bunlardan en önemlileri 1047 mg/L düzeyindeki arginin ve 449 mg/L düzeyindeki prolindir (Drawert ve Tressl 1977, Huang ve Ough 1989). Üzüm suyunda esas olarak tartarik, malik, sitrik, galakturonik, glukuronik asitler bulunmakta, ayrıca süksinik, laktik, fumarik ve okzalik asit gibi bileşikler de iz miktarlarda bulunmaktadır (Montgomery vd 1982). Önemli miktarlarda kalsiyum, potasyum, sodyum ve demir içeren üzümün, vitamin A, B₁, B₂ ve niasin yönünden de zengin olduğu belirtilmektedir (Çelik vd 1998). Üzüm suyunun detaylı bileşimi çizelge 2.1.'de verilmiştir (Souci vd 2000).

Kırmızı üzüm sularında renk; malvidin, peonidin, petunidin, siyanidin ve delphinidin gibi suda çözünür antosiyaninler tarafından oluşturulmaktadır (Rhim vd 1989). Birçok gıdada olduğu gibi üzüm suyu konsantrisinde de gerek proses, gerekse de depolama süresince renk esmerleşmekte ve antosiyaninler degradasyona uğramaktadır (Buglione ve Lozano 2002). Yüksek miktarda indirgen şeker ve amino grupları içeren üzüm ürünlerinin Maillard reaksiyonlarına maruz kalabilecek başlıca gıdalardan biri olduğu belirtilmektedir (Göğüş vd 1998).

Çizelge 2.1. Üzüm suyunun bileşimi (Souci vd 2000)

Bileşen	Birim	Ortalama	Değişim Aralığı
Su	g/100g	81.90	80.30-83.50
Protein	g/100g	0.21	0.12-0.30
Yağ	g/100g	0.00	-
Karbonhidrat	g/100g	16.97	-
Mineraller	g/100g	0.33	0.25-0.42
Sodyum	mg/100g	2.60	0.90-4.30
Potasyum	mg/100g	148.00	115.00-198.00
Magnezyum	mg/100g	8.80	4.00-12.00
Kalsiyum	mg/100g	13.00	8.00-24.00
Fosfor	mg/100g	12.00	7.00-23.00
Klor	mg/100g	3.30	2.00-5.80
Bor	mg/100g	0.39	0.23-0.49
Demir	mg/100g	0.43	0.30-0.64
Kobalt	µg/100g	1.00	0.60-1.30
Bakır	µg/100g	48.00	9.00-100.00
Çinko	µg/100g	40.00	-
Nikel	µg/100g	4.40	-
Krom	µg/100g	3.00	0.00-6.00
Molibden	µg/100g	4.50	-
Flor	µg/100g	10.00	8.00-11.00
İyot	µg/100g	0.48	-
Mangan	µg/100g	50.00	29.00-62.00
Selenyum	µg/100g	4.00	-
Karoten	mg/100g	-	0.00-0.04
Nikotinamid	mg/100g	0.18	0.14-0.21
Vitamin B ₁	µg/100g	31.00	12.00-40.00
Vitamin B ₂	µg/100g	16.00	3.00-50.00
Pantotenik asit	µg/100g	49.00	38.00-74.00
Vitamin B ₆	µg/100g	22.00	11.00-39.00
Biotin	µg/100g	1.20	1.00-1.60
Folik asit	µg/100g	-	0.20-3.00
Malik asit	mg/100g	350.00	280.00-470.00
Sitrik asit	mg/100g	22.00	15.00-39.00
Tartarik asit	mg/100g	450.00	380.00-530.00
Laktik asit	mg/100g	8.00	2.00-17.00
İzositrik asit	mg/100g	5.60	-
Glukoz	g/100g	8.10	-
Fruktoz	g/100g	8.30	-
Sakaroz	g/100g	0.20	-
Pektin	g/100g	0.20	0.03-0.37

2. 2. Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları, HMF'nin Oluşumu ve Önemi

Isıl işlem, gıdaların tüketilebilir hale getirilmesi ve korunması amacıyla uygulanan en yaygın yöntemlerden biridir. Uygun koşullar altında yapılan ısıtma işlemiyle gıdalar istenen duyuşal ve besleyici özellikleri kazanmakla birlikte, ısıl işlemin gereğinden uzun ya da nispeten yüksek sıcaklıklarda yapılması gıdanın bileşimini olumsuz yönde etkilemekte ve besin değerini düşürmektedir (Mendoza vd 2002). Gıdaların üretimleri ve depolanmaları sırasında meydana gelen değışimlerden biri de esmerleşme reaksiyonlarıdır (Göğüş vd 1998). Esmerleşme reaksiyonları enzimatik reaksiyonlar ve enzimatik olmayan reaksiyonlar olarak 2 grupta toplanmaktadır (Daniel ve Whistler 1985).

Enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında; polifenoloksidaz (1,2-benzodiol: oksijen oksido-redüktaz; E.C. 1.10.3.1) enzimi fenolik bileşikleri okside eder ve reaksiyon sonunda ortaya çıkan bileşikler polimerize olarak, melanin denen esmer renkli bileşikler oluştururlar. Bu reaksiyon; muz, armut, elma, patates, mantar gibi bazı gıdalarda rengi bozarak kaliteyi düşürdüğünden istenmezken; siyah çay, kahve gibi bazı ürünlerde arzulanan esmer rengi oluşturur (Whitaker 1996). Esmerleşme derecesi türünden türene değıştiğı gibi aynı türün farklı varyeteleri arasında da değışmektedir. Bu farklılıklar enzim miktarı, fenolik substrat çeşidi ve miktarı gibi faktörlere bağlıdır (Haard ve Chism 1996).

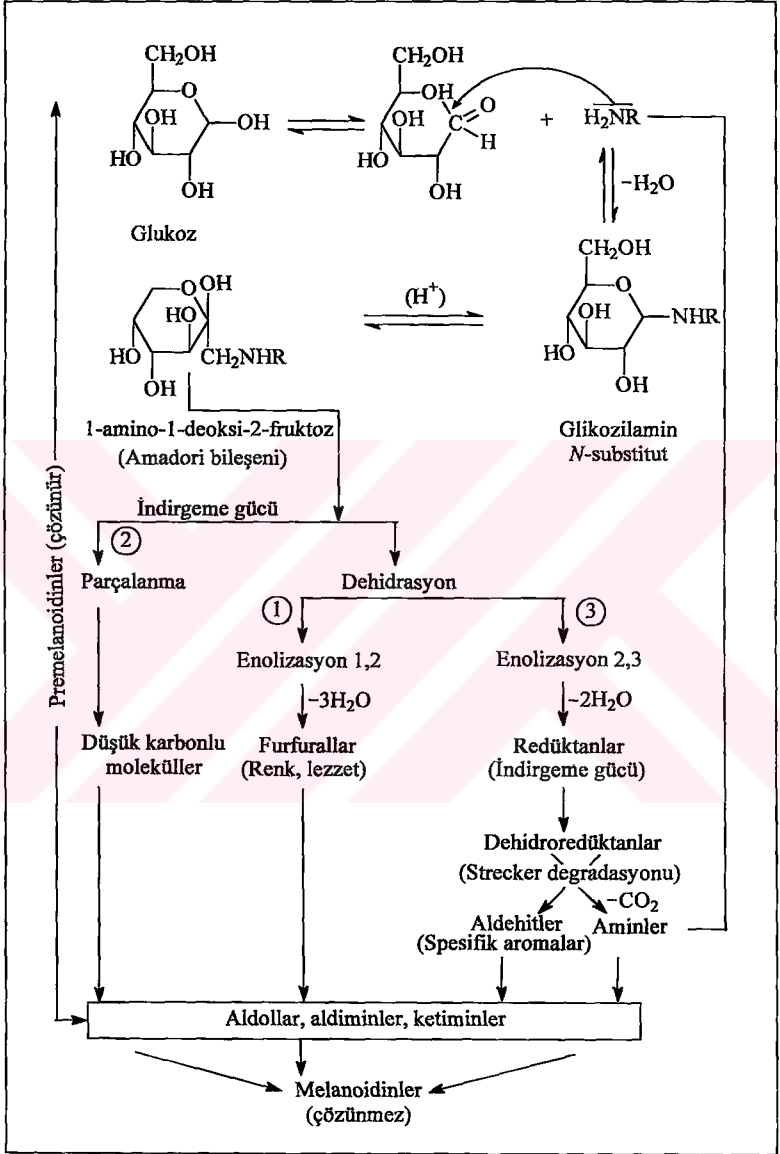
Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları; karamelizasyon, askorbik asit degradasyonu ve Maillard reaksiyonu olarak 3 grupta toplanmaktadır (Ibarz vd 1999). Bazı araştırmacılar pigment parçalanmasını da bu grupta değerlendirmektedir (Beveridge vd 1986).

Şekerlerin, alkali ve asidik koşullarda ergime noktalarının üzerindeki sıcaklıklara ısıtıldıklarında renklerinin koyulaşarak, yüksek molekül ağırlıklı ve kahverengi karamel denen bileşiklere dönüştükleri reaksiyonlara karamelizasyon denir (Seo vd 2004).

İkinci grup reaksiyon, daha çok, yüksek miktarlarda askorbik asit içeren turunçgil sularında rastlanan askorbik asit degradasyonudur. Askorbik asidin oksidasyonu sonucunda oluşan dehidroaskorbik asidin, meyve suyunda bulunan amino asitlerle reaksiyona girmesiyle gerçekleşen degradasyonda son ürün olarak furanlar, furanonlar, ketonlar, siklopentanlar, pironlar ve piroller oluşmaktadır. Oksijenli ve oksijensiz şartların her ikisinde de gerçekleşebilen askorbik asit degradasyonunda oksijenli şartlarda reaksiyon hızının oksijensiz ortama göre 10-1000 kat daha hızlı gerçekleştiği bildirilmektedir (Johnson vd 1995). Turunçgil sularında renk ve kalite kaybının en önemli sebebi olarak görülen askorbik asit degradasyonunun, askorbik asit kaybına bağlı olarak besin değerini azaltmasının yanı sıra, üründe hoşaga gitmeyen renk ve lezzet değişimlerine de sebep olduğu bildirilmektedir (Rodriguez vd 1991).

Gıdalardaki amino asit ve proteinlerdeki amino grubu ile indirgen şekerler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonları enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının üçüncü grubunu oluşturmaktadır (Carabasa- Giribet ve Ibarz- Ribas 2000). Maillard reaksiyonunun ilk basamağında, indirgen şekerlerdeki karbonil grubu ile amino grubu reaksiyona girerek N-substitute glikozilamin oluşmaktadır. Oluşan glikozilamin daha sonra Amadori dönüşümü ile 1-amino-1-deoksi-2-ketoza dönüşmektedir. Bu aşamada 3 olasılık söz konusu olmaktadır. Bu olasılıklardan en önemlisi güçlü bir dehidrasyon olmasıdır ki bu aşamada furfural ve dehidrofurfural türevleri oluşmaktadır. İkinci olasılık ise moleküllerin parçalanarak nitrojen içermeyen asetol, diasetil, pivaldehit gibi karbonil bileşenlere dönüşmesidir. Olasılıklardan bir diğeri ise daha ılımlı bir dehidrasyonun gerçekleşmesiyle redükta ve dehidroredüktaın açığa çıkmasıdır. Redüktaın ortamda reaksiyona girmemiş amino asitleri oksidasyona uğratarak reaksiyon sonucunda aldehit oluşturmaktadır. Bu reaksiyona Strecker degradasyonu adı verilir (Alais ve Linden 1991). Maillard reaksiyonu şeması şekil 2.1.'de gösterilmiştir.

Maillard reaksiyonunda ortamda bulunan şeker türü, amino asit türünden daha önemlidir. Bununla birlikte, proteinlerin karmaşık yapılarının şeker aktivitesini etkilediği bildirilmektedir (Alais ve Linden 1991). Aldozlar, ketozlardan (Namiki 1988); pentozlar da heksozlardan daha kolay tepkimeye girmektedir (Alais ve Linden 1991). Yapılan çalışmalar şekerlerin esmerleşme reaksiyonlarına girme önceliklerinin



Şekil 2.1. Maillard reaksiyonu şeması (Alais ve Linden 1991)

pH değerine bağlı olduğunu göstermektedir. Nitekim pH 6.0'da glukoz fruktozdan daha hızlı reaksiyona girerken, pH'nın 6.0'dan düşük olması durumunda fruktozun glukozdan daha aktif olduğu belirlenmiştir (Buera vd 1987). pH değeri 3.5'e ayarlanmış model sistemlerde fruktozun; glukoz ve sakarozdan sırasıyla 31.2 ve 577.2 kez daha hızlı reaksiyona girdiği aktarılmaktadır (Lee ve Nagy 1990). Esmerleşme reaksiyonlarına katılma önceliklerine göre şekerler genel olarak riboz, ksiloz, arabinoz, mannoz, fruktoz, glukoz olarak sıralanabilir. Heksozlar, laktoz ve maltoz gibi indirgen özellikteki disakkaritlere kıyasla reaksiyonlara daha önce girmektedir (Alais ve Linden 1991).

Maillard reaksiyonunda amino asitlerin reaksiyona katılma öncelikleri birbirinden farklıdır. Bazı çalışmalar amino asitlerin karboksil grubunun amino grubunun aktivitesini engelleyebildiğini göstermektedir. Bu etkinin, karboksil grubu ile amino grubu arasındaki mesafeye bağlı olduğu belirtilmektedir (Alais ve Linden 1991). Amino asitler esmerleşme düzeyine etkilerine göre 3 gruba ayrılmaktadır. Esmerleşmeye en çok etki eden grupta lisin, glisin, triptofan ve tirozin yer alırken; prolin, lösin, izolösin, alanin, hidroksiprolin, fenilalanin, metiyonin ve valin ikinci grupta yer almaktadır. Esmerleşme düzeyini en az etkileyen grupta ise histidin, treonin, aspartik asit, arginin, glutamik asit ve sistein bulunmaktadır (Ashoor ve Zent 1984). Aynı grupta yer alan amino asitlerin aktiviteleri de birbirinden farklıdır. Nitekim esmerleşme üzerine etkisine göre 3. grupta yer alan aspartik asit, asparajin ve glutamik asidin esmerleşme reaksiyonu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada en etkili amino asit, aspartik asit olarak belirlenmiş olup, bunu asparajin ile glutamik asit takip etmiştir (Carabasa-Giribet ve Ibarz-Ribas 2000). Fruktoz ve glukoz pH'sı 3.5'e ayarlanan model sistemlerde arginin ve glutamin amino asitleri ile 55, 65 ve 75°C sıcaklıklarda reaksiyona girdiğinde, tüm sıcaklıklarda fruktozun glukozdan daha aktif olduğu bildirilmektedir. Üzüm suyunun modellendiği bu sistemlerde fruktozlu modelde glutaminin, glukozlu model sistemlerde ise argininin daha aktif olduğu saptanmıştır (Göğüş vd 1998).

Maillard reaksiyonunu teşvik eden faktörlerden biri sıcaklıktır (Göğüş vd 1998, Bozkurt vd 1999). Reaksiyonun gerçekleşmesinde gıdalara uygulanan ısı işlemin yanı sıra

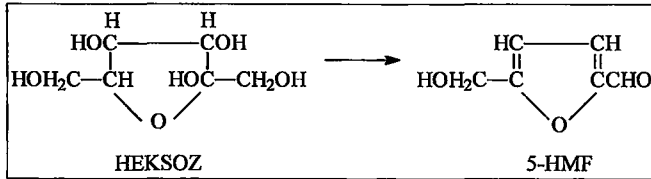
nispeten yüksek olan sıcaklıklarda depolama ve depolama süresi de etkilidir (Babsky vd 1986).

Ortamın su aktivitesi (a_w) değeri Maillard reaksiyonunun hızını etkileyen faktörlerden bir diğeridir. Reaksiyon hızının a_w değeri 0.60-0.85 aralığındaki orta nemli gıdalarda maksimum düzeye ulaştığı bildirilmektedir (Ayrancı ve Dalgıç 1990).

Maillard reaksiyonu hızının, yüksek pH değerlerinde özellikle de pH 6.0-8.0 arasında arttığı (Alais ve Linden 1991) ve pH 10.0'da maksimum düzeye ulaştığı bildirilmektedir (Ayrancı ve Dalgıç 1990).

Fenolik bileşenler ile metal iyonlarının reaksiyon üzerine hızlandırıcı etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Labuza ve Baisier 1993). Yapılan çalışmalar Cu^{2+} ve Fe^{3+} iyonlarının reaksiyonu hızlandığını göstermektedir (Alais ve Linden 1991). Demir iyonu ve A vitamini ile zenginleştirilen süt ve bebek mamalarında HMF miktarının yüksek olduğu belirtilmektedir (Ferrer vd 2002).

Meyve suyu, reçel, süttozu, bebek mamaları gibi ürünlerde HMF, Maillard reaksiyonunda oluşabileceği gibi şekil 2.2'de gösterildiği şekilde, heksozların doğrudan ısıtılması ile de oluşabilmektedir (Resnik ve Chirife 1979).



Şekil 2. 2. Heksozların asidik ortamda ısıtılması sonucu 5-HMF oluşumu (Lee 1983)

Maillard reaksiyonunda oluşan Amadori bileşenleri (1-amino-1-deoksi-2-ketoz) renksiz olmalarına rağmen, polimerize olmaları sonucu esmer renkli çözünmeyen formdaki melanoidinleri oluşturarak gıdalarda rengin değişmesine neden olmaktadır (Alais ve

Linden 1991). Esmer pigment oluşumu; kakao, kahve, pişmiş et gibi bazı gıdalarda istenirken; süt tozu, sterilize süt, meyve suları ve domates ürünlerinde rengi olumsuz etkilediğinden kesinlikle istenmemektedir (Carabasa-Giribet ve Ibarz-Ribas 2000). Nitekim gıdanın görünümü, gıdanın tüketilebilir olup olmadığı hususunda karar vermede kullanılan en önemli kriterlerden biridir (Maskan vd 2002).

Önceden Maillard reaksiyonunda oluşan aldehitlerin lezzeti en çok etkileyen bileşikler olduğu düşünülmeye karşın, günümüzde lezzeti esas belirleyen maddelerin heterosiklik yapıdaki bileşikler olduğu belirlenmiştir. Bunlar, duyuşal özellikleri birbirinden oldukça farklı olan pirazinler, piroller, piridinler, karbonil bileşikler, azot içeren çeşitli heterosiklik bileşikler, furanonlar, piranonlar, sülfür heterosiklikleri, oksazoller ve oksazolinler olarak gruplandırılmaktadır (Altuğ ve Elmacı 1998). Pentozların hidrolizi ile oluşan furfural, lezzet değişimlerinde indikatör olarak kullanılmaktadır (Yuan ve Chen 1999). HMF'nin duyuşal olarak algılandığı en düşük konsantrasyon (alt eşik değeri) kuşkusuz gıdaya göre değişmektedir. Üzüm suyunda 78 mg/L konsantrasyondaki HMF'nin duyuşal olarak algılanmadığı belirtilmektedir. Buna karşılık 100 mg/L HMF, elma suyunda belirgin bir tat ve renk değişimine yol açtığı aktarılmaktadır (Koch 1966).

Gıdaların besin değerinin Maillard reaksiyonu ile azaldığı belirtilmektedir (Cohen vd 1998, Göğüş vd 1998, Raminez-Jimenez vd 2003). Özellikle tahıllar ve bebek mamalarında lizin kaybı önemli bir sorundur (Ferrer vd 2002).

Gerek gıdalardaki kalite değişimini yansıtmaması, gerekse de sağlık üzerine olan etkilerinin kesin olarak saptanamamış olması nedeni ile gıdalarda bulunabilecek maksimum HMF miktarı belirlenmelidir. Nitekim birinci sınıf reğeller için HMF limiti maksimum 50 mg/kg, ikinci sınıf için 100 mg/kg'dır (Anonymous 1987). Meyve sularında bu değer 5 mg/L iken meyve suyu konsantrelerinde 25 mg/L'dir (Anonymous 1981). Ülkemizde üretilen ticari reğelerde HMF miktarının 6.2-307.0 mg/kg arasında değiştığı, incelenen örneklerin %83'ünde bu miktarın 50 mg/kg'ın üzerinde olduğu belirlenmiştir (Eksi ve Velioğlu 1990). Pastörizasyondan sonra kendiliğinden soğuyan

ve soğuk su ile soğutulan meyve sularındaki HMF düzeylerinin incelendiği bir çalışmada, kendiliğinden soğuyan meyve sularındaki HMF'nin % 4.2-21.4 oranında daha fazla olduğu saptanmıştır (Ekşi ve Artuk 1986).

Toksikolojik açıdan HMF, önceden üzerinde tartışılan ve deney hayvanlarında özellikle karaciğerde olumsuz etkilere neden olduğu düşünülen bir bileşiktir (Böttinger 1963, Ekşi ve Velioğlu 1990). Ancak bu kuşkunun, daha sonraki araştırmalarla ortadan kalktığı ve bu bileşik için LD₅₀ değerinin günde 0.35 g/kg vücut ağırlığı olduğu aktarılmaktadır (Koch 1966, Ekşi ve Velioğlu 1990).

Yüksek konsantrasyonlarda sitotoksik etki gösteren HMF; göz, deri, üst solunum yolları ve mukoz membranlarda tahrişe neden olmaktadır (Ulbrich vd 1984). Deney hayvanları ile yapılan çalışmalarda HMF'nin tümör oluşumunu teşvik ettiği belirlenmekle birlikte epidemiyolojik çalışmalarda HMF ile insanlarda kanser riski arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır (Archer vd 1992, Bruce vd 1993). Farelerde deri altına kg vücut ağırlığı başına 0.2 g HMF uygulaması ile karında lipomatümörler oluştuğu belirtilirken (Schoental vd 1971), bir diğer çalışmada deri tümörleri ile HMF arasında bir ilişki saptanamadığı aktarılmaktadır (Miyakawa vd 1991).

2. 3. Plastik Ambalajlar, Geçirgenlik- Kimyasal Reaksiyon İlişkileri

Ambalaj; içine konulan gıdaların, son tüketicieye, bozulmadan, en az toplam maliyetle güvenilir bir şekilde ulaştırılmasını sağlayan bir araç olarak tanımlanmaktadır. Ambalajın temel fonksiyonları; koruma, içirme, performans ve bilgi verme şeklinde sınıflandırılabilir. Ürünü çeşitli dış etkilere karşı koruyan ambalajın oluşturulmasında kullanılan ambalaj malzemesi özelliklerinin belirtilen fonksiyonlarla uyumlu olması ve ürünü olumsuz etkileyen etmenlerin belirlenmesi gerekir. Bu etmenlerin önemleri ürünün çeşidine ve özelliklerine göre değişmektedir. Ambalajın geçirgenlik özellikleri ile ilintili ürün reaksiyonları çizelge 2.2.'de belirtilmektedir (Üçüncü 2000).

Çizelge 2.2. Ambalajın geçirgenlik özellikleriyle ilintili ürün reaksiyonları (Üçüncü 2000)

Alma/ Gereğinden fazla alma		Verme/ Eksik
Yumuşama /gevreklik kaybı		Kuruma
Topaklanma /akabilirlik kaybı		Sertleşme
Topaklanma / instant çözünürlük kaybı		Ufalanma
Erime		Yağ emülsiyonlarında su kaybı
Kristallenme	SU BUHARI	Derin dondurulmuş ürünlerde don yanığı
Kimyasal reaksiyonlar		Sıvılarda konsantrasyon değişiklikleri
Enzimatik reaksiyonlar		Mikrobiyolojik reaksiyonlar
Mikrobiyolojik reaksiyonlar		
Oksidasyon		Redoks potansiyelinin değişmesi
Aerob mikroorganizma gelişiminin hızlanması		Aerob mikroorganizma gelişiminin durması / kusurlu olgunlaşma
Kimyasal reaksiyonlar/yağ oksidasyonu hızlanması	OKSİJEN	Ürün dayanıklılığının uzaması Renk kusurları
Mikroorganizma gelişiminin baskılanması		Mikroorganizma gelişiminin kolaylaşması
Ürün dayanıklılığının uzaması	KARBONDİOKSİT	Ürün dayanıklılığının kısalması Ambalajda gaz kısmi basıncında değişiklikler / gevşek-yumuşak paketlerde vakum etkisi
Oksidatif tepkimelerin başlamasını ve hızlanmasını teşvik	IŞIK	-
Tat kusurları		
Yabancı kokuları çekme		
Enzimatik etkileşimlerle ürüne özgü aromada olumsuz değişiklikler	AROMA/KOKU	Tipik aromanın kaybı

Plastikler; normal sıcaklıklarda genellikle katı halde bulunan, ısı ya da basınç etkisiyle mekanik veya kimyasal yolla yumuşatılıp, kalıba dökme, haddeleme gibi çeşitli yöntemlerle şekillendirilebilen, kalıplanabilen ve bu biçimlerini soğuyunca da

koruyabilen, yapay ya da doğal malzemelerdir (Üçüncü 2000). Gıda endüstrisinde kullanılan plastik esaslı ambalaj malzemeleri üretiminde yaygın olarak; ekstrüzyon, enjeksiyon kalıplama, üfleme kalıplama ve vakumla şekillendirme yöntemleri uygulanmaktadır (Keleş 1998).

Cam kavanoz ve konserve kutuları gibi ticari ambalaj malzemeleri su buharı ve gazlara karşı etkili bir koruma sağlarken tek katlı polimerik filmler bunu sağlayamamaktadır. Plastik ambalaj malzemeleri ile ambalajlanmış gıdaları bekleyen tehlike ambalaj içerisine oksijen ve rutubet geçmesi veya gıdadan rutubet kaybı nedeniyle ağırlık kaybıdır. Geçişler sadece kalite açısından değil, sağlık açısından da önemlidir. Çok katlı polimerik filmleri meydana getiren polimerlerin özelliklerini birleştirerek basit bir polimerik filminden daha etkili sonuç alınabilir (Fernandes ve Mclellan 1992a).

Polietilen, naftanın parçalanmasıyla oluşan etilenin polimerizasyonu sonucunda elde edilen bir polimerdir. Ancak polietilenin polimeri sadece etilen monomerinin değil, etilenin diğer monomerlerle birlikte polimerizasyonundan da elde edilir. Polietilen, üretim yöntemlerine göre alçak yoğunluklu polietilen (LDPE), orta yoğunluklu polietilen (MDPE) ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır. LDPE'nin en önemli özelliği ısıyla kolaylıkla yapışmasıdır. Bu özelliği nedeni ile kaplamalarda, ısıyla yapışmayan iki tabakayı birbirine bağlamak için ara tabaka olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. MDPE'nin ısıyla yapışma özelliği LDPE'e benzer. Ancak mekanik dayanıklılığı daha düşüktür. HDPE ise LDPE'e göre daha sert ve dayanıklıdır (Üçüncü 2000).

Poliamidler, amid grubu içeren, molekül ağırlığı yüksek polimerlerdir. Poliamidlere verilen genel isim naylondur ve PA 6, PA 6.6, PA 6/10, PA 6/12, PA 11, PA 12 en önemli poliamidlerdir (Keleş 1998). Poliamidler sert ve dayanıklı olmalarına rağmen ısıyla yapışma sıcaklığı yüksek (180-190°C) olduğundan çoğunlukla LDPE ile birlikte kullanılırlar (Üçüncü 2000).

Poliesterler, polifonksiyonal asit ve alkollerin kondensasyonu ile elde edilirler. Termoplastik poliestерlerin en önemlileri, polietilentereftalat (PET) ve polibutilentereftalatır (Üçüncü 2000). Saydam olan polimerler; dayanıklı, sert ve esnek olup, en çok gazlı içecek sanayinde kullanılmaktadır (Keleş 1998).

Fernandes ve Mclellan (1992b) tarafından yapılan bir araştırmada elma sosları düşük yoğunluklu polietilenin; naylon 6, vinil alkol, poliviniliden klorür ve mika ile lamine edildiği farklı geçirgenlikteki 4 plastik poşet ile cam kavanozlarda depolanmıştır. 20-30°C sıcaklıklarda 15 hafta depolama süresince HMF oluşumu açısından ambalaj malzemeleri arasında çok az bir farkın meydana geldiği belirlenmiştir.

Mango-soya katkılı yoğurt tozunun, yüksek yoğunluklu polipropilen (HDPP) ve alüminyum-polietilen (Al/PE) laminasyonu ile ambalajlanarak 38°C sıcaklık ve %90 nispi rutubette depolandığı çalışmada, başlangıç miktarı 512 µmol/kg olan HMF'nin depolanmanın 49. gününde HDPP ve Al/PE poşetler için sırasıyla 589 ve 567 µmol/kg'a kadar yükseldiği belirlenmiştir. Renk üzerine de depolama süresi ve ambalaj materyalinin etkili olduğu belirlenen çalışmada, alüminyum ambalajın ürünün kalite özelliklerini daha iyi koruduğu saptanmıştır (Kumar ve Mishra 2004).

Yapılan bir çalışmada, portakal suyu konulan cam kavanozların kenarları alüminyum folyo ile kaplanarak, üzerleri cam, polietilen ve karton gibi geçirgenlik özellikleri farklı materyallerle kapatılmıştır. 8°C'de 52 gün süreyle depolanan portakal sularında kapak olarak kullanılan materyallerin oksijen geçirgenliğine bağlı olarak, farklı düzeylerde askorbik asit degradasyonu oluşmuş ve sonuçta renkte esmerleşme ortaya çıkmıştır. Ancak ambalaj materyalinin HMF oluşumu üzerine sınırlı etkisi olduğu belirtilmektedir (Solomon vd 1995).

Konserve kutusu ve cam şişeler içerisinde, 37°C sıcaklıkta depolanan şeftali nektar ve pulplarında, rengin konserve kutularında daha iyi korunduğu saptanmıştır. Bu çalışmada kalite korunumu üzerine en önemli etkenin sıcaklık olduğu belirtilmektedir (Askar vd 1996).

Polietilentereftalat (PET) şişeler ile alüminyum kutuların buzlu çayların duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; depolama süresince alüminyum kutularda muhafaza edilen buzlu çaylarda HMF miktarının daha yüksek ve dolayısı ile de rengin daha koyu olduğu belirtilmektedir. Alüminyum kutulardan buzlu çaya alüminyum migrasyonunun reaksiyonu hızlandırdığı aktarılmaktadır (Plestenjak vd 2001).

Üzüm suyu (Rhim vd 1989, Buglione ve Lozano 2002), pekmez (Bozkurt vd 1999, Tosun ve Ustun 2003), bal (Horn ve Hammes 2002, Tosi vd 2002, Fallico vd 2004), bebek mamaları (Ferrer vd 2002, Mendoza vd 2002, Ramirez- Jimenez vd 2003, Rada-Mendoza vd 2004), şeftali püresi (Garza vd 1999), bazı fırın ürünleri (Ramirez- Jimenez vd 2000), turunçgil suları (Lee ve Nagy 1988, Rodriguez vd 1991, Johnson vd 1995, Roig vd 1999), elma (Toribio ve Lozano 1984, Toribio ve Lozano 1987, Ibarz vd 1992, Tonelli vd 1995, Cohen vd 1998, Gökmen ve Acar 1999, Burdurlu ve Karadeniz 2003), ekstrüzyon ürünleri (Ames vd 2002) gibi gıdalar ile çeşitli model sistemlerde (Buera vd 1987, Göğüş vd 1998, Lee ve Nagy 1990, Carabasa- Giribet ve Ibarz- Ribas 2000) enzimatif olmayan esmerleşme reaksiyonları üzerine bir çok araştırma bulunmaktadır. Buna karşın ambalaj çeşidinin HMF üzerine etkisinin incelendiği araştırma sayısı görüldüğu gibi oldukça sınırlıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Üzüm suyu konsantresi

Araştırmada Emir (beyaz) ve Dimrit (kırmızı) çeşitleri kullanılarak Taskobirlik (Nevşehir) fabrikasında üretilen 70-72° brikslik üzüm suyu konsantreleri kullanılmıştır. Konsantrelerin üretiminde uygulanan işlem basamakları şekil 3.1.'de gösterilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001). Konsantrelerin çözünür kuru madde düzeyi tarafımızdan saf su ile tam 70° brikse ayarlanmıştır.

3.1.2. Ambalaj materyali

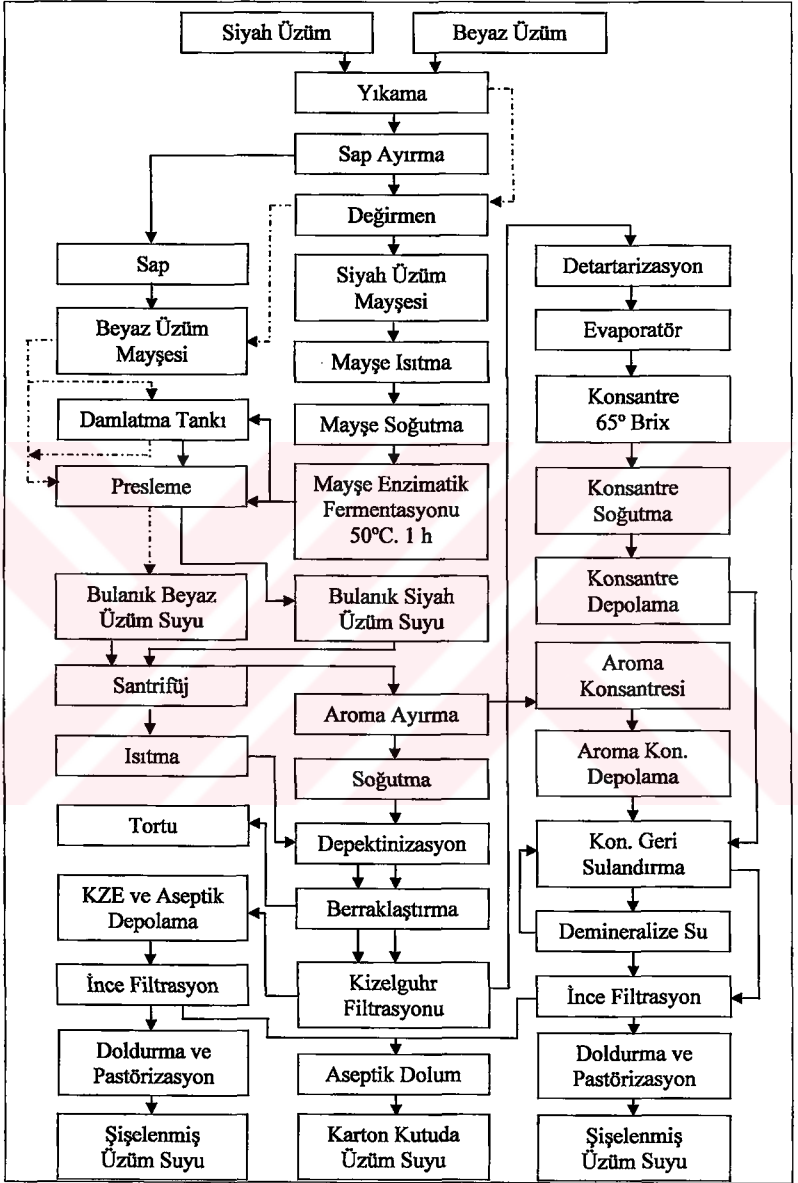
Üzüm suyu konsantrelerinin ambalajlanmasında 3 farklı ambalaj materyali kullanılmıştır. Bunlardan polietilen-poliamid (PE/PA) Koroza Ambalaj San. Tic. A.Ş.'den, polietilentereftalat-polietilen (PET/PE) ve polietilentereftalat-alüminyum-polietilen (PET/Al/PE) ise Saran Plastik Amb. San. Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir. Polimer filmlerin geçirgenlik özellikleri TÜBİTAK, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü laboratuvarında test edilmiş ve sonuçlar çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Ambalaj malzemeleri ve geçirgenlik özellikleri

Malzeme ve kalınlığı (μ)	Oksijen geçirgenliği*	Su buharı geçirgenliği [†]
PE/PA (80/18)	71	3.9
PET/PE (12/90)	29.57±5.07	3.93±0.20
PET/Al/PE (12/9/50)	<1	0

* mL/m².gtn.atm (23°C)

[†] g/m².gtn.atm (37±1.1°C, %90±2 bağıl nem)



Şekil 3.1. Üzüm suyu üretimi akış şeması (Cemeroğlu ve Karadeniz 2001)

3.1.3. İşlem

PE/PA, PET/PE ve PET/Al/PE ambalaj materyalleri ısıll yolla poşet haline getirilmiştir. İçlerine 20'şer gram üzüm suyu konsantresi konularak ağızları yine ısıll yolla kapatılmıştır.

3 farklı materyalle ambalajlanan üzüm suyu konsantreleri, 28 ve 37°C sıcaklıklarda 6 ay süreyle depolanmıştır. Depolama süresince 1., 2., 3., ve 6. aylarda örnek alınarak, örneklerde HMF ve renk analizleri ile berraklık tayini yapılmıştır.

3. 2. Yöntem

3.2.1. Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini yöntemi

HMF'nin barbitürük asit ve p-toluidin ile oluşturduğu kırmızı rengin absorbansının 550 nm dalga boyunda ölçümüne dayanan spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Hesaplamada standart HMF (Merck 820678)'den 4-20 mg/L sınırları düzeyinde bir seri standart çözelti hazırlanmış ve örneklerdeki HMF miktarları bu şekilde hazırlanan standart kurve yardımı ile hesaplanmıştır. HMF'de kurve faktörü 36.6'dır (Anonymous 1964). Örnekteki HMF miktarı aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{HMF (mg/kg)} = A_{550} \cdot \text{SF} \cdot 36.6$$

A_{550} = 550 nm'de okunan değer

SF = Seyreltme faktörü

36.6 = Kurve faktörü

3.2.2. Renk ve berraklık tayin yöntemleri

Üzüm suyu konsantrelerinde suda çözünür esmer renkli pigmentlerin belirlenmesi için numuneler 2° brikse seyreltilmiştir. Üzüm suyu konsantrelerinin optik yoğunlukları, 420

nm dalga boyunda (A_{420}), ışık yolu 10 mm olan kütvetlerde, Shimadzu UV-1601 model spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir (Toribio ve Lozano 1984). 2° brikse seyreltilmiş örneklerin, 625 nm dalga boyunda transmittans değerleri ölçülerek berraklık düzeyi belirlenmiştir.

3.2.3. Ambalaj malzemelerinin oksijen ve su buharı geçirgenlik tayin yöntemleri

Ambalaj malzemelerinin oksijen geçirgenlikleri DIN 53380 standardına uygun olarak çalışan gaz geçirgenliği cihazı ile yapılmıştır. Su buharı geçirgenlikleri ise ASTM 895-79, ASTM D 3097-72 yöntemlerine göre yapılmıştır (Anonymous 2003).

3.2.4. İstatistikî analiz

Araştırma sonuçları varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla SPSS istatistik paket programından (versiyon 10.01) yararlanılmıştır (Anonymous 1999).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Üzüm Suyu Konsantrelerinde HMF Değişimi

Araştırmada incelenen üzüm suyu konsantrelerinin HMF miktarlarında meydana gelen değişim çizelge 4.1.'de verilmiştir. Üzüm suyu konsantrelerinin HMF, A_{420} ve % T_{625} analiz değerlerine ait varyans analiz değerleri çizelge 4.2.'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Üzüm suyu konsantrelerinde depolama süresince HMF (mg/kg) değişimi

Ambalaj Materyali	Üzüm Çeşidi	Sıcaklık (°C)	HMF (mg/kg)*,†			
			Depolama Süresi (ay)			
			1	2	3	6
PE/PA	Beyaz	28	13.2±2.1	31.6±1.3	48.6±1.5	86.6±0.2
	Beyaz	37	89.7±5.2	219.8±1.4	409.6±1.6	1472.7±13.2
	Kırmızı	28	16.1±0.5	54.1±2.5	58.9±0.4	131.2±3.9
	Kırmızı	37	97.9±2.8	239.7±7.7	435.0±3.7	1407.6±34.2
PET/PE	Beyaz	28	12.8±1.2	26.1±4.3	46.5 ±0.4	79.9±0.1
	Beyaz	37	76.5±2.6	197.3±0.4	412.5±2.6	1303.1±12.6
	Kırmızı	28	16.6±4.6	40.4±2.3	56.7±2.6	122.0±0.7
	Kırmızı	37	81.2±2.6	230.6±10.4	410.3±4.6	1387.8±4.8
PET/Al/PE	Beyaz	28	12.1±2.6	21.6±2.3	40.5±0.2	76.4±0.5
	Beyaz	37	60.0±6.2	129.5±0.2	351.2±0.8	1285.4±4.1
	Kırmızı	28	15.2±2.4	36.5±1.7	41.2±3.9	78.2±2.4
	Kırmızı	37	76.1±1.6	199.5±0.8	405.9±7.8	1345.6±4.6

* Beyaz üzüm suyu konsantresinde başlangıç HMF miktarı: 3.1±0.8 mg/kg

† Kırmızı üzüm suyu konsantresinde başlangıç HMF miktarı: 3.5±0.3 mg/kg

Varyans analizi sonucunda üzüm suyu konsantresi çeşidi ile depolama sıcaklığının HMF üzerine etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). Analiz değeri ortalamalarından beyaz ve kırmızı konsantrelerin HMF miktarları sırası ile 217.4 ve

Çizelge 4. 2. Üzüm suyu konsantrlerinin HMF, A₄₂₀ ve % T₆₂₅ analiz değerlerine ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynağı	SD [†]	HMF			A ₄₂₀			% T ₆₂₅		
		KO [†]	F [†]	KO	F	KO	F	KO	F	
Çeşit (A)	1	7783.4	24.0*	0.69	7269.44*	5352.8	7512.4*	5352.8	7512.4*	
Ambalaj (B)	2	12805.2	31.3*	0.05	531.26*	123.1	172.8*	123.1	172.8*	
Depolama Sıcaklığı (C)	1	4152599.2.	12805.2*	0.76	8071.19*	771.4	1082.6*	771.4	1082.6*	
Depolama Süresi (D)	4	2090451.4	6446.2*	0.52	5501.48*	570.8	801.1*	570.8	801.1*	
AxB	2	654.9	2.0	0.0005	5.25*	8.3	11.6*	8.3	11.6*	
AxC	1	642.4	2.0	0.002	15.90*	55.2	77.4*	55.2	77.4*	
BxC	2	4040.9	12.5*	0.006	59.53*	15.7	22.0*	15.7	22.0*	
AxBxC	2	1856.5	5.7*	0.0006	5.86*	9.2	12.9*	9.2	12.9*	
AxD	4	978.9	3.0**	0.01	86.98	9.7	13.6*	9.7	13.6*	
BxD	8	1959.1	6.0*	0.006	62.19*	18.6	26.0*	18.6	26.0*	
AxBxD	8	658.9	2.0	0.002	22.30*	3.7	5.2*	3.7	5.2*	
CxD	4	1624373.4	5009.0*	0.18	1921.35*	256.4	359.8*	256.4	359.8*	
AxCxD	4	205.6	0.6	0.01	104.70*	13.5	18.9*	13.5	18.9*	
BxCxD	8	941.0	2.9*	0.001	7.55*	6.1	8.5*	6.1	8.5*	
AxBxCxD	8	863.2	2.7**	0.002	25.50*	4.4	6.2*	4.4	6.2*	
Hata	59	324.3		0.001						

* P<0.01 düzeyinde önemli ** P<0.05 düzeyinde önemli

[†] SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, F: F (Fisher) değeri

233.5 mg/kg olarak belirlenmiştir. 28 ve 37°C sıcaklıklarda depolanan konsantrelerin ortalama HMF miktarları ise sırası ile 39.4 ve 411.5 mg/kg olarak saptanmıştır.

Ambalaj materyalinin HMF üzerine etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ambalaj materyallerinin HMF oluşumu üzerindeki etkilerinin istatistiki olarak farklı olduğunu ortaya koymaktadır (çizelge 4.3.). En yüksek HMF miktarı PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenirken, bunu PET/PE ve PET/Al/PE ile ambalajlananlar izlemiştir.

Çizelge 4.3. Ambalaj materyalinin HMF, A_{420} ve % T_{625} üzerine etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi (n=40)

Ambalaj	HMF (mg/kg)*,†	A_{420} *,†	% T_{625} *,†
PET/Al/PE	209.4a	0.468a	79.8a
PET/PE	225.7b	0.536b	76.4b
PE/PA	241.3c	0.520c	77.3c

* Aynı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

† $P < 0.01$ düzeyinde önemli

Varyans analizi sonucunda depolama süresinin HMF miktarı üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (çizelge 4.2.). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre HMF ortalamaları arasında istatistiki olarak fark olduğu saptanmıştır (çizelge 4.4.). Konsantrelerin HMF miktarları depolama süresine bağlı olarak artış göstermektedir.

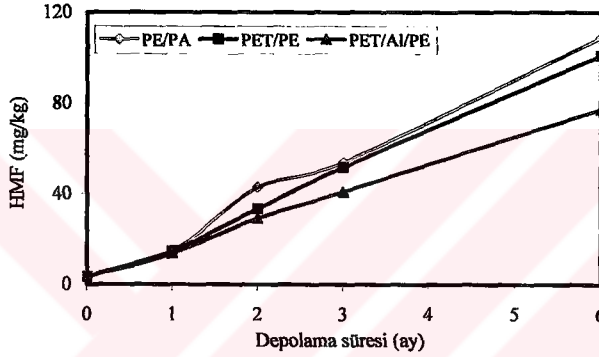
Çizelge 4.4. Depolama süresinin HMF, A_{420} ve % T_{625} üzerine etkisinin Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmesi (n=24)

Süre (ay)	HMF (mg/kg)*,†	A_{420} *,†	% T_{625} *,†
0	3.3a	0.360a	82.3a
1	47.3b	0.417b	80.9b
2	118.9c	0.480c	79.0c
3	226.4d	0.540d	77.2d
6	731.4e	0.742e	69.8e

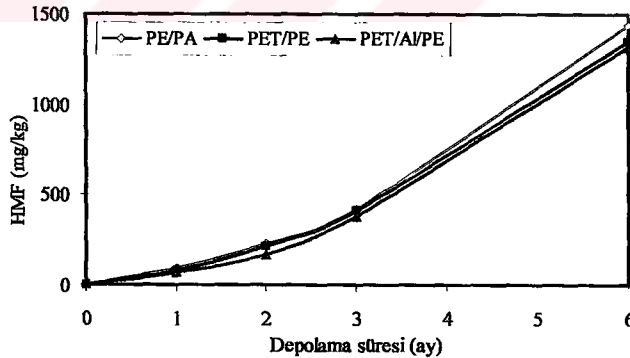
* Aynı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

† $P < 0.01$ düzeyinde önemli

Ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x depolama süresi 3'lü interaksyonunun HMF üzerine etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). 28 ve 37°C sıcaklıkta depolanan üzüm suyu konsantrlerinde meydana gelen değişim sırası ile şekil 4.1. ve şekil 4.2.'de gösterilmiştir. Depolama süresinin uzamasına ve depolama sıcaklığındaki artışa bağlı olarak konsantrelerin HMF miktarlarının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. En yüksek HMF miktarı PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenirken, bunu PET/PE ve PET/Al/PE tipi ambalajlarda depolanan konsantreler izlemiştir.

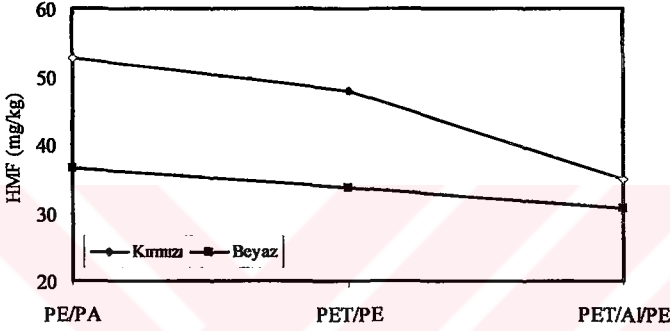


Şekil 4.1. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x depolama süresi 3'lü interaksyonunun etkisi

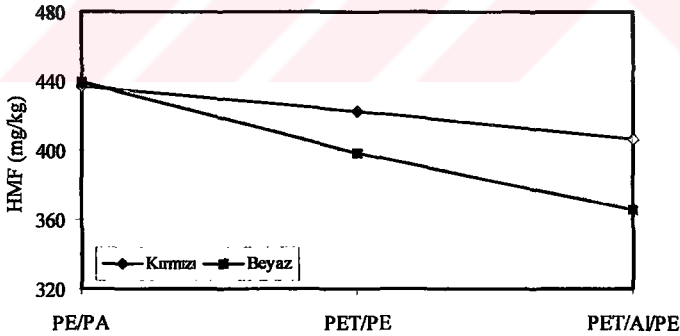


Şekil 4.2. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x depolama süresi 3'lü interaksyonunun etkisi

HMF miktarı üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkiye sahip olduğu belirlenen ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr e 3'lü interaksyonu Őekil 4.3. ve Őekil 4.4.'te verilmiŐtir. 37°C sıcaklıkta depolanan űzüm suyu konsantrelerinin HMF miktarının daha yűksek olduĐu saptanmıŐtır. En yűksek HMF miktarı PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenirken, bunu PET/PE ve PET/A/PE tipi ambalaj materyalleri ile depolanan konsantreler izlemektedir.



Şekil 4.3. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr e 3'lü interaksyonunun etkisi



Şekil 4.4. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin HMF miktarı üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr e 3'lü interaksyonunun etkisi

4.2. Üzüm Suyu Konsantrelerinde Esmerleşme

Üzüm suyu konsantrelerinin 420 nm'de ölçülen esmerleşme indekslerinin (A_{420}) değişimi çizelge 4.5.'te verilmiştir. Üzüm suyu konsantrelerinde A_{420} değerlerini de kapsayacak şekilde hazırlanan varyans analizi tablosu Bölüm 4.1., çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Depolama süresince üzüm suyu konsantrelerinde esmerleşme (A_{420}) indeksi

Ambalaj Materyali	Üzüm Çeşidi	Sıcaklık (°C)	$A_{420}^{*†}$			
			Depolama Süresi (ay)			
			1	2	3	6
PE/PA	Beyaz	28	0.322±0.006	0.358±0.001	0.388±0.001	0.467±0.006
	Beyaz	37	0.386±0.004	0.494±0.011	0.612±0.003	0.815±0.007
	Kırmızı	28	0.466±0.001	0.504±0.001	0.531±0.003	0.602±0.010
	Kırmızı	37	0.513±0.000	0.610±0.19	0.690±0.035	1.198±0.001
PET/PE	Beyaz	28	0.324±0.001	0.368±0.004	0.396±0.004	0.496±0.001
	Beyaz	37	0.405±0.003	0.530±0.001	0.656±0.002	0.840±0.001
	Kırmızı	28	0.472±0.002	0.515±0.001	0.548±0.004	0.630±0.004
	Kırmızı	37	0.529±0.008	0.638±0.019	0.733±0.010	1.196±0.037
PET/Al/PE	Beyaz	28	0.306±0.002	0.326±0.006	0.341±0.001	0.388±0.001
	Beyaz	37	0.350±0.002	0.404±0.002	0.475±0.001	0.800±0.028
	Kırmızı	28	0.451±0.003	0.470±0.002	0.484±0.011	0.530±0.002
	Kırmızı	37	0.484±0.004	0.546±0.003	0.621±0.020	0.943±0.011

* Beyaz üzüm suyu konsantresinde başlangıç A_{420} değeri : 0.286 ±0.000

† Kırmızı üzüm suyu konsantresinde başlangıç A_{420} değeri : 0.434 ±0.005

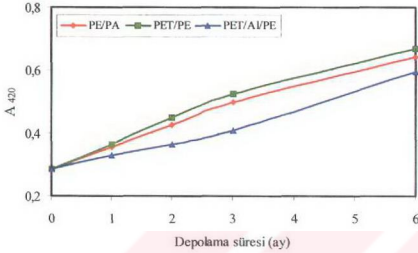
Varyans analizi sonucunda üzüm suyu konsantresi çeşidinin esmerleşme indeksi üzerine etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolama sıcaklığının da konsantrelerin A_{420} değeri üzerine $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır (çizelge 4.2.). Analiz değeri ortalamalarından beyaz ve kırmızı çeşitlerin esmerleşme indeksleri sırası ile 0.432 ve 0.584 olarak belirlenmiş olup, kırmızı konsantrelerde rengin daha koyu olduğu

belirlenmiştir. 28 ve 37°C sıcaklıklarda depolanan konsantrelerin esmerleşme indeksleri sırası ile 0.428 ve 0.588 olarak saptanmıştır.

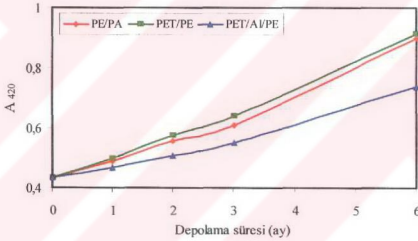
Yapılan varyans analizi sonucunda ambalaj materyalinin esmerleşme indeksi üzerine etkisinin $P < 0.01$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (çizelge 4.2.). PET/Al/PE, PE/PA ve PET/PE ile ambalajlanan konsantrelerin esmerleşme indeksleri sırası ile 0.468, 0.520 ve 0.536 olarak saptanmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ambalaj materyallerinin, konsantrelerin esmerleşme indeksi üzerine olan etkilerinin istatistiki olarak farklı olduğunu göstermektedir (çizelge 4.3.).

Varyans analizi sonucunda depolama süresinin esmerleşme indeksi üzerine olan etkisi $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre depolama süresinin, konsantrelerin esmerleşme indeksi üzerine olan etkileri arasında istatistiki olarak fark olduğu saptanmıştır (çizelge 4.4.). Depolama süresinin uzamasına bağlı olarak konsantrelerin renginin koyulaştığı belirlenmiştir. Nitekim konsantrelerin başlangıç esmerleşme indeksleri 0.360 iken, 6 ay süreyle depolandıktan sonra bu değer 0.742'ye ulaşmıştır.

Varyans analizi sonucunda ambalaj materyalixdepolama süresixkonsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun konsantrelerin esmerleşme indeksi üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (çizelge 4.2.). İnteraksiyon şekil 4.5. ve şekil 4.6.'da verilmiştir. Beyaz ve kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin her ikisinde de rengin depolama süresine bağlı olarak koyulaştığı saptanmıştır. Şekil 4.5. ve şekil 4.6.'dan görüldüğü üzere konsantrelerin her ikisinde de en koyu renk PET/PE ile ambalajlanarlarda belirlenirken, en açık renk PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenmiştir. Şekillerden beyaz üzüm suyu konsantrelerinin esmerleşme indekslerinin kırmızı konsantrelerden daha düşük olduğu görülmektedir.



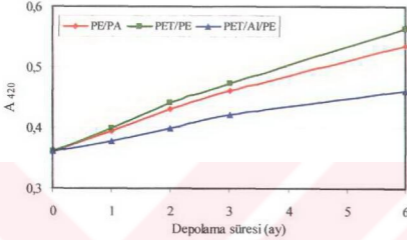
Şekil 4.5. Beyaz üzüm suyu konsantrlerinin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x konsantr çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi



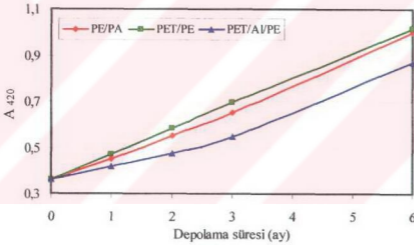
Şekil 4.6. Kırmızı üzüm suyu konsantrlerinin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x konsantr çeşidi 3'lü interaksyonunun etkisi

Ambalaj materyali x depolama süresi x depolama sıcaklığı 3'lü interaksyonunun konsantrlerin esmerleşme indeksi üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (çizelge 4.2.). İnteraksiyon şekil 4.7. ve şekil 4.8.'de verilmiştir. Şekil 4.7. ve şekil 4.8.'den görüldüğü üzere depolama sıcaklığındaki artışa bağlı olarak konsantrlerin renklerinin koyulaştığı saptanmıştır. En koyu renk PET/PE, en açık renk

ise PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenmiştir. Depolama süresine bağlı olarak konsantrelerin esmerleşme indekslerinde artış gözlenmiştir.



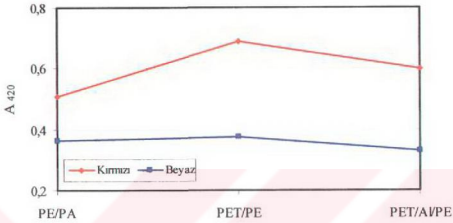
Şekil 4.7. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x depolama sıcaklığı 3'lü etkisinin etkisi



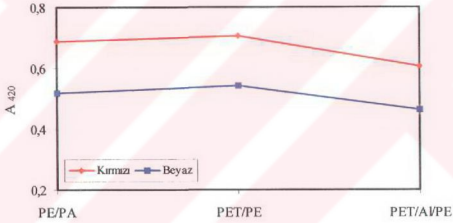
Şekil 4.8. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A_{420} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x depolama sıcaklığı 3'lü etkisinin etkisi

Varyans analizi sonucunda konsantrelerin esmerleşme indeksi üzerine ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x konsantre çeşidi 3'lü etkisinin etkisi $P < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (çizelge 4.2.). İteraksiyon şekil 4.9. ve şekil 4.10.'da verilmiştir. Şekillerden kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin daha koyu renkli olduğu görülmektedir.

Her iki konsantre çeşidinde de en yüksek esmerleşme indeksi PET/PE ile ambalajlanan konsantrelerde saptanmıştır.



Şekil 4.9. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A₄₂₀ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi



Şekil 4.10. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin A₄₂₀ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi

4.3. Üzüm Suyu Konsantrlerinde Berraklık

Üzüm suyu konsantrlerinin depolanmaları sırasında berraklıklarında meydana gelen değişim çizelge 4.6.'da verilmiştir. Üzüm suyu konsantrlerinin % T₆₂₅ analiz değerlerini de kapsayacak şekilde hazırlanan varyans analiz tablosu Bölüm 4.1., çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Depolama süresince üzüm suyu konsantrlerinde berraklık (% T₆₂₅) değeri

Ambalaj Materyali	Üzüm Çeşidi	Sıcaklık (°C)	% T ₆₂₅ *.†			
			Depolama Süresi (ay)			
			1	2	3	6
PE/PA	Beyaz	28	88.5±0.6	87.3±0.8	86.8±0.1	84.8±0.1
	Beyaz	37	86.9±0.3	83.8±0.0	78.8±1.9	63.1±0.0
	Kırmızı	28	74.6±0.6	72.7±0.1	72.2±0.1	69.7±1.6
	Kırmızı	37	73.1±0.2	70.4±1.5	68.7±1.3	56.0±0.6
PET/PE	Beyaz	28	88.4±0.1	85.8±0.8	86.3±0.0	84.0±0.1
	Beyaz	37	86.0±0.1	82.5±0.1	77.0±0.3	57.6±0.1
	Kırmızı	28	73.3±0.3	72.0±0.1	71.0±0.6	68.8±0.3
	Kırmızı	37	72.8±0.5	70.0±1.1	67.7±0.3	56.1±0.0
PET/Al/PE	Beyaz	28	89.6±0.1	89.1±0.3	88.9±0.0	87.6±0.1
	Beyaz	37	88.1±0.0	86.7±0.0	84.4±0.1	76.0±1.6
	Kırmızı	28	74.4±0.4	74.2±0.1	74.5±2.0	72.7±1.5
	Kırmızı	37	74.7±1.1	73.2±0.6	70.7±2.9	61.5±2.1

* Beyaz üzüm suyu konsantrisinde başlangıç % T₆₂₅ değeri: 89.6±0.6

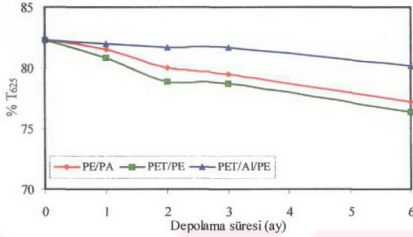
† Kırmızı üzüm suyu konsantrisinde başlangıç % T₆₂₅ değeri: 74.9±0.4

Varyans analizi sonucunda üzüm suyu konsantrisi çeşidinin % T₆₂₅ değeri üzerine etkisi P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2). Analiz değeri ortalamalarından beyaz ve kırmızı çeşitlerin % T₆₂₅ değerleri sırası ile 84.5 ve 71.2 olarak belirlenmiştir. Depolama sıcaklığının da konsantrilerin berraklık değeri üzerine P<0.01 düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır (çizelge 4.2.). Analiz değeri ortalamalarından 28 ve 37°C'de depolanan konsantrilerin % T₆₂₅ değerleri sırası ile 80.4 ve 75.3 olarak belirlenmiştir.

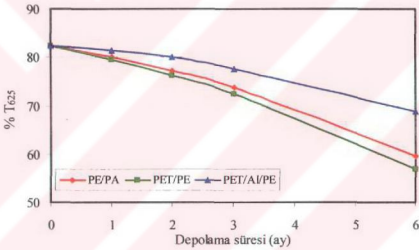
% T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyalinin etkisi P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, % T₆₂₅ değeri üzerine etkileri açısından tüm ambalajlar arasında istatistiki olarak fark olduğunu ortaya koymaktadır (çizelge 4.3.). Üzüm suyu konsantreleri arasında PET/Al/PE ile ambalajlananların en berrak, PET/PE ile ambalajlananların ise en bulanık olduğu saptanmıştır.

Varyans analizi sonucunda % T₆₂₅ değeri üzerine depolama süresinin etkisi P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). Duncan çoklu karşılaştırma testi konsantrelerin berraklıkları üzerine depolama süresinin istatistiki olarak farklı etkileri olduğunu göstermektedir (çizelge 4.4.). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre başlangıç değeri 82.3 olan konsantrelerde depolama süresinin ilerlemesine bağlı olarak % T₆₂₅ değeri azalmış ve 6. ay sonunda 69.8'e düşmüştür.

Varyans analizi sonucunda konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x depolama süresi 3'lü interaksyonu P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (çizelge 4.2.). Şekil 4.11. ve şekil 4.12.'de verilen interaksyondan 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin berraklıklarını 37°C'de depolananlardan daha iyi korudukları görülmektedir. Depolama süresinin uzamasına bağlı olarak konsantrelerin berraklıklarının azaldığı saptanmıştır. Her iki sıcaklıkta da PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerin daha berrak olduğu belirlenmiştir.



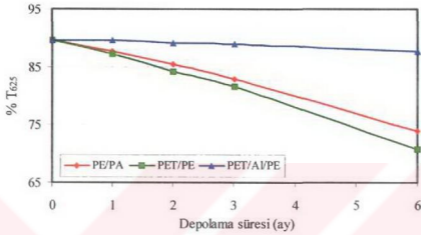
Şekil 4.11. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksiyonunun etkisi



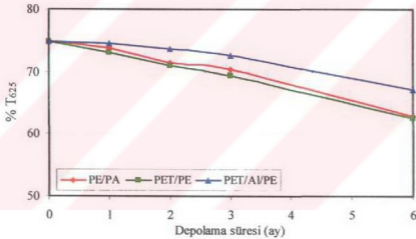
Şekil 4.12. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxdepolama süresi 3'lü interaksiyonunun etkisi

Varyans analizi sonucunda konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyali xdepolama süresixkonsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun P<0.01 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (çizelge 4.2.). İnteraksiyon şekil 4.13. ve şekil 4.14.'te verilmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde beyaz üzüm suyu konsantrelerinin kırmızı konsantrelerden daha berrak olduğu görülmektedir. Depolama süresine bağlı olarak konsantrelerin

berraklıklarını yitirdikleri belirlenmiştir. PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerin berraklıklarını daha iyi korudukları saptanmıştır.



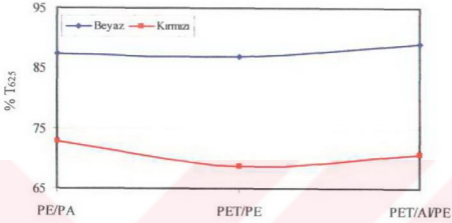
Şekil 4.13. Beyaz üzüm suyu konsantrelerinin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x konsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi



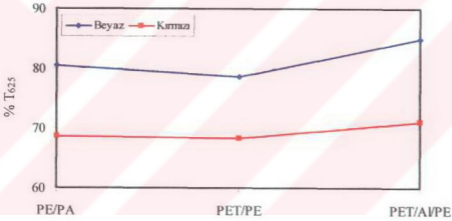
Şekil 4.14. Kırmızı üzüm suyu konsantrelerinin % T_{625} değeri üzerine ambalaj materyali x depolama süresi x konsantre çeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi

Ambalaj materyali x depolama sıcaklığı x konsantre çeşidi 3'lü interaksiyonu % T_{625} değeri üzerine $P < 0.01$ düzeyinde etkili bulunmuştur (çizelge 4.2.). Şekil 4.15. ve şekil 4.16.'da interaksiyon verilmiştir. Beyaz üzüm suyu konsantrelerinin daha berrak

olduğu, depolama sıcaklığındaki artışa bağlı olarak konsantrelerin berraklıklarını yitirdikleri saptanmıştır.



şekil 4.15. 28°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr e şeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi



şekil 4.16. 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin % T₆₂₅ değeri üzerine ambalaj materyalixdepolama sıcaklığıxkonsantr e şeşidi 3'lü interaksiyonunun etkisi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Üzüm Suyu Konsantrlerinin HMF Miktarındaki Değişim

Bu çalışmada, farklı materyaller kullanılarak hazırlanmış ambalajların üzüm suyu konsantrlerinin HMF miktarlarını etkilediği saptanmıştır. PE/PA, PET/PE ve PET/Al/PE tipi materyallerle ambalajlanan konsantrelerin HMF miktarları sırası ile 241.3, 225.7 ve 209.4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi HMF üzerine etkileri açısından ambalaj materyalleri arasında istatistiki olarak fark olduğunu ortaya koymaktadır ($P < 0.01$). Ambalaj materyallerinin oksijen geçirgenlikleri birbirinden oldukça farklı olmasına rağmen (71 ve $< 1 \text{ mL/m}^2 \cdot \text{gün} \cdot \text{atm}$) su buharı geçirgenlikleri 0 ve $3.93 \text{ g/m}^2 \cdot \text{gün} \cdot \text{atm}$ gibi nispeten yakın aralıklarda değişkenlik göstermektedir. En yüksek HMF miktarı, oksijen geçirgenliği $71 \text{ mL/m}^2 \cdot \text{gün} \cdot \text{atm}$ olan PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerde belirlenirken, en düşük HMF miktarı ise oksijen geçirgenliği $1 \text{ mL/m}^2 \cdot \text{gün} \cdot \text{atm}$ 'den küçük olan PET/Al/PE ile ambalajlananlarda saptanmıştır. Bu sonuç, ambalaj materyallerinin oksijen geçirgenliğinin HMF oluşumunu teşvik ettiğini düşündürmektedir. HMF oluşumunun sadece ambalajın oksijen geçirgenliğine bağlı olmayıp, üründe bulunabilecek çözüntür oksijenin de bu oluşumu etkilediği düşünülmektedir. Mango-soya katkılı yoğurt tozunun, HDPP ve Al/PE laminasyonu ile ambalajlandığı bir çalışmada Al/PE ambalajda depolanan üründe daha düşük düzeyde HMF belirlendiği aktarılmaktadır (Kumar ve Mishra 2004).

Analiz değerleri ortalamalarından beyaz ve kırmızı üzüm suyu konsantrlerinin HMF miktarları sırası ile 217.4 ve 233.5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Buglione ve Lozano (2002), kırmızı ve beyaz çeşitlerle yaptıkları çalışmalarında kırmızı üzüm suyu konsantrlerinde HMF miktarının daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Bu farklılığın, çeşitlerin amino asit ve şeker bileşimlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği gibi kırmızı çeşidin fenolik bileşenlerce daha zengin olmasından da ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Nitekim fenolik maddelerin HMF oluşumunu hızlandırdığı bilinmektedir (Labuza ve Baisier 1993).

HMF oluşumunun, 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerde 28°C'de depolanarlara göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Nitekim 28°C'de depolanan konsantrelerin ortalama HMF miktarı 39.4 mg/kg iken, 37°C'de depolananlarda bu değeri 411.5 mg/kg'a çıkmıştır. HMF'deki bu artışın, yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyonunun daha hızlı gerçekleşmesinden kaynaklandığı açıktır. Yapılan çalışmalar da depolama sıcaklığı arttıkça HMF miktarının arttığını göstermektedir (Burdurlu ve Karadeniz 2003, Rada-Mendoza vd 2004).

Üzüm suyu konsantrelerinin depolanma süresi uzadıkça HMF miktarının arttığı gözlenmiştir. Nitekim, başlangıç HMF miktarı 3.3 mg/kg olan konsantrelerin 6 aylık depolama sonucunda HMF miktarı 731.4'e ulaşmıştır. Tosun ve Ustun (2003) pekmezini depolanması süresince HMF miktarındaki değişimin başlıca sebebinin depolama süresi olduğunu vurgulamaktadır.

En yüksek HMF miktarı PE/PA ile ambalajlanan konsantrelerde saptanırken, en koyu renk PET/PE ile ambalajlananlarda belirlenmiştir. En düşük HMF miktarı ve esmerleşme indeksi ise PET/Al/PE ile ambalajlanan konsantrelerde saptanmıştır. Konsantrelerin HMF miktarındaki artışa bağlı olarak renklerinin koyulaştığı belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları HMF ile esmerleşme indeksi arasında $r = 0.76$ düzeyinde pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymakta ve bu sonucu doğrulamaktadır ($P < 0.01$).

PE/PA, PET/PE ve PET/Al/PE ambalaj materyalleri ile depolanan konsantrelerde HMF miktarı sırası ile 241.3, 225.7 ve 209.4 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu konsantrelerin % T_{625} değerleri ise sırasıyla 77.3, 76.4 ve 79.8 olarak saptanmıştır. Örneklerdeki HMF miktarı ile % T_{625} değeri arasında $r = -0.417$ düzeyinde negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$). Aynı konsantrelerin esmerleşme indeksleri sırası ile 0.520, 0.536 ve 0.468 olarak bulunmuştur. Örneklerin esmerleşme indeksleri ile berraklıkları arasında ise $r = -0.75$ düzeyinde negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($p < 0.01$).

5.2. Üzüm Suyu Konsantrelerinin Esmerleşme İndekslerindeki (A_{420}) Değişim

PET/PE, PE/PA ve PET/Al/PE ambalaj materyallerinde depolanan konsantrelerin A_{420} değerleri sırası ile 0.536, 0.520 ve 0.468 olarak belirlenmiş olup, esmerleşme indeksi üzerine etkileri açısından ambalajlar arasında istatistiki olarak fark olduğu saptanmıştır ($P < 0.01$). Kumar ve Mishra (2004), mango-soya katkılı yoğurt tozunu HDPP ve Al/PE ile ambalajladıkları çalışmalarında, ambalaj materyalinin ürünün rengini etkilediğini ve oksijen geçirgenliği daha düşük olan alüminyum laminasyonun ürünün kalite özelliklerini daha iyi koruduğunu saptamışlardır. Üründeki oksijenin meyve sularındaki esmerleşmeyi artırdığı bildirilmektedir (Solomon vd 1995). Elma soslarının cam ve geçirgenlikleri farklı 2 polimerik film kullanılarak ambalajlandığı bir araştırmanın sonuçları oksijen ve su buharı geçirgenliği düşük ambalaj kullanımının ürünün renk stabilitesini artırdığını göstermektedir (Şimşek 1997).

Analiz değeri ortalamalarından beyaz ve kırmızı çeşitlerin esmerleşme indeksleri sırası ile 0.432 ve 0.584 olarak belirlenmiş olup, kırmızı konsantrelerde rengin daha koyu olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde kırmızı ve beyaz üzüm suyu konsantrelerinin incelendiği bir çalışmada kırmızı çeşidin daha koyu renkli olduğu belirtilmektedir (Buglione ve Lozano 2002). Esmerleşmenin, çeşitlerin bileşimine bağlı olduğu aktarılmaktadır (Toribio ve Lozano 1984).

28 ve 37°C sıcaklıkta depolanan konsantrelerin esmerleşme indekslerine ait analiz değeri ortalamaları sırası ile 0.428 ve 0.588 olarak saptanmış olup, konsantrelerin esmerleşme indekslerinin depolama sıcaklığına bağlı olduğu belirlenmiştir. Esmerleşmenin depolama süresine bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Bu sonuçlar literatür bilgileri ile paralellik göstermektedir (Fernandes ve McLellan 1992a, Burdurlu ve Karadeniz 2003).

5.3. Üzüm Suyu Konsantrlerinin Berraklıklarındaki (% T₆₂₅) Değişim

PET/PE, PE/PA ve PET/Al/PE ambalaj materyalleri ile depolanan konsantrelerin % T₆₂₅ değerleri sırası ile 76.4, 77.3 ve 79.8 olarak belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi, ambalaj materyallerinin berraklık üzerine etkilerinin istatistiki olarak farklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Depolama süresinin uzamasına bağlı olarak konsantrelerin berraklıklarını yitirdikleri saptanmıştır. Nitekim, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre başlangıçta 82.3 olan % T₆₂₅ değeri 6. ay sonunda 69.8 olarak belirlenmiştir.

Çeşidin berraklık üzerine P<0.01 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Analiz değeri ortalamalarından beyaz ve kırmızı çeşitlerin % T₆₂₅ değerinin sırası ile 84.5 ve 71.2 olduğu belirlenmiş olup, beyaz çeşidin daha berrak olduğu saptanmıştır.

Depolama sıcaklığının konsantrelerin berraklıkları üzerine P<0.01 düzeyinde etkili olduğu ve yüksek sıcaklıklarda konsantrelerin berraklıklarını yitirdikleri belirlenmiştir. Nitekim % T₆₂₅ analiz değerleri ortalamalarına göre 28 ve 37°C sıcaklıklarda depolanan konsantrelerin berraklıkları sırası ile 80.4 ve 75.3 olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Alais, C. and Linden, G. 1991. Non-enzymatic browning-the Maillard reaction. In "Food Biochemistry", I. D. Morton (Ed.), Ellis Horwood Limited, 222 p., England.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y. 1998. Gıdalarda doğal olarak bulunan lezzet bileşenleri. "Gıda Kimyası", İ. Saldamlı (Ed.), Hacettepe Üniv. Yayınları, 453-486 s., Ankara.
- Ames, J. M., Defaye, A. B., Bailey, R. G. and Bates, L. 2002. Analysis of the non-volatile Maillard reaction products formed in an extrusion-cooked model food system. *Food Chemistry*, 61 (4); 521-524.
- Anonymous. 1964. International federation of fruit juice producer methods. *Analysen-Analyses. Zug, Switzerland, 1962-1974*, 12, 1-2.
- Anonymous. 1981. Vişne Suyu Standardı (TS 3631). Türk Standartları Enstitüsü Yayını.
- Anonymous. 1987. Vişne Reçeli Standardı (TS 3958). Türk Standartları Enstitüsü Yayını.
- Anonymous. 1999. SPSS statistical program package, (version 10.01).
- Anonymous. 2003. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Gebze-Kocaeli.
- Anonymous. 2004a. http://www.tzob.org.tr/tzob/tzob_urun_rapor/rapor_2003-uzum.htm. Erişim tarihi: 15.08.2004
- Anonymous. 2004b. Meyve suyu. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği Bülteni, 4; 4.
- Archer, M. C., Bruce, W. R., Chan, C. C., Corpet, D. E., Medline, A., Roncucci, L., Stamp, D. and Zhang, X. M. 1992. Aberrant crypt foci and microadenoma as markers for colon cancer. *Environmental Health Perspectives*, 98; 195-197.
- Ashoor, S. H. and Zent, J. B. 1984. Maillard browning of common aminoacids and sugars. *Journal of Food Science*, 49; 1206-1207.
- Askar, A., Ghanaim, S. M., Abdel-Fadeel, M. G., Ali, A. M. and Abd-El-Gail, I. O. 1996. Quality assurance of peach pulp and nectar. *Fruit Processing*, 6 (4); 151-155.
- Ayrancı, G. and Dalgıç, A. C. 1990. Kinetics of the Maillard reaction between lysine and some reducing sugars. *Gıda*, 15 (3); 131-135.
- Babsky, N. E., Toribio, J. L. and Lozano, J. E. 1986. Influence of storage on the

- clarified apple juice concentrate. *Journal of Food Science*, 51 (3); 564-567.
- Beveridge, T., Franz, K. Y. and Harrison, J. E. 1986. Clarified natural apple juice: Production and storage stability of juice and concentrate. *Journal of Food Science*, 51; 411-414, 433.
- Bozkurt, H., Göğüş, F. and Eren, S. 1999. Nonenzymic browning reactions in boiled grape juice and its models during storage. *Food Chemistry*, 64; 89-93.
- Böttlinger, W. 1963. Über das vorkommen und die beurteilung von 5-HMF in Traubensaften. *Deutsche Lebensmittel- Rundschau*, 59; 201-203.
- Bruce, W. R., Archer, M. C., Corpet, D. E., Medline, A., Minkin, S., Stamp, D., Yin, Y. and Zhang, X. M. 1993. Diet, aberrant crypt foci and colorectal cancer. *Mutation Research*, 290; 111-118.
- Buera, M. D. P., Chirife, J., Resnik, S. L. and Wetzler, G. 1987. Nonenzymatic browning in liquid model systems of high water activity: Kinetics of color changes due to Maillard's reaction between single sugars and glycine and comparison with caramelization browning. *Journal of Food Science*, 52 (4); 1063- 1067.
- Buglione, M. and Lozano, J. 2002. Nonenzymatic browning and chemical changes during grape juice storage. *Journal of Food Science*, 67 (4); 1538-1543.
- Burdurlu, H. S. and Karadeniz, F. 2003. Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food Chemistry*, 80; 91-97.
- Carabasa- Giribet, M. and Ibarz-Ribas, A. 2000. Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 44; 181-189.
- Cemeroğlu, B. ve Karadeniz, F. 2001. Meyve Suyu Üretim Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 25, 384 s., Ankara.
- Cohen, E., Birk, Y., Mannheim, C. H. and Saguy, I. S. 1998. A rapid method to monitor quality of apple juice during thermal processing. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 31; 612-616.
- Cornwell, C. J. and Wrostand, R. E. 1981. Causes of browning in pear juice concentrate during storage. *Journal of Food Science*, 52; 1063-1067.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B., B. ve Söylemezoğlu, G. 1998. Genel Bağcılık, Sunfidan A. Ş. Mesleki Kitaplar Serisi:1, 1. Baskı, 253 s., Ankara.
- Daniel, J. R. and Whistler, R. L. 1985. Carbohydrates. In 'Food Chemistry', O. R.Fennema (Ed.), second edition, Marcel Dekker, 70-137 p., New York.

- Drawert, F. and Tressl, R. 1977. Moderne physikalische chemische Methoden und ihre Anwendung auf Probleme der Biogenese von Aromastoffen. *Ernährungs-Umschau*, 17; 392-400.
- Ekşi, A. ve Artık, N. 1986. Meyve suyunda Hidroksimetilfurfural miktarı üzerine pastörizasyon sonrası soğutma işleminin etkisi. *Gıda*, 3; 139-143.
- Ekşi, A. ve Veliöğlu, S. 1990. Hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı açısından ticari reçellerin durumu. *Gıda Sanayii*, 3 (5); 30-34.
- Fallico, B., Zappala, M., Arena, E. and Verzera, A. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85 (2); 305-313.
- FAO, 2002. Agricultural data. [http:// faostat. fao.org](http://faostat.fao.org)
- FAO, 2003. Agricultural data. <http:// faostat. fao.org>
- Fernandes, L. I. and Mclellan, M. R., 1992a. Packaging effects on applesauce in multilayer polymeric films and glass. *Journal of Food Science*, 57 (3); 671-674.
- Fernandes, L. I. and Mclellan, M. R. 1992b. Hydroxymethylfurfural accumulation in applesauce packaged in multilayer polymer films and glass. *Journal of Food Science*, 57 (2); 530-531.
- Ferrer, E., Alegria, A., Fare, R., Abellan, P. and Romero, F. 2002. High-performance liquid chromatographic determination of furfural compounds in infant formulas: changes during heat treatment and storage. *Journal of Chromatography A*, 947; 85-95.
- Garza, S., Ibarz, A., Pagan, J. and Giner, J. 1999. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Research International*, 32, 335-343.
- Göğüş, F., Bozkurt, H. and Eren, S. 1998. Kinetics of Maillard reactions between the major sugars and amino acids of boiled grape juice. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 31; 196-200.
- Gökmen, V. and Acar, J. 1999. Simultaneous determination of 5- hydroxymethyl-furfural and patulin in apple juice by reversed- phase liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 847; 69-74
- Haard, N. F. and Chism, G. W. 1996. Characteristics of edible plant tissues. In 'Food Chemistry', O. R. Fennema (Ed.), second edition, Marcel Dekker, 943-993 p., New York.
- Horn, H. and Hammes, W. P. 2002. The influence of temperature on honey quality parameters. *Deutsche Lebensmittel- Rundschau*, 98 (10); 366-372.
- Huang, Z. and Ough, C. S. 1989. Effect of vineyard locations, varieties, and rootstocks

- on the juice amino acids composition of several cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture* 40 (2); 135-139.
- Ibarz, A., Bellmunt, S. and Bota, E. 1992. Non-enzymic browning during storage of apple concentrates. *Fluessiges Obst*, 59 (1); 9-11.
- Ibarz, A., Pagan, J. and Garza, S. 1999. Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 39; 415-422.
- Johnson, J. R., Braddock, R. J. and Chen, C. S. 1995. Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants. *Journal of Food Science*, 60 (3); 502-505.
- Kaya, S. and Maskan, A. 2003. Water permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. *Journal of Food Engineering*, 57; 295-299.
- Keleş, F. 1998. Gıda Ambalajlama İlkeleri, 2. baskı, Atatürk Üni. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, 156 s., Erzurum.
- Koch, J. 1966. Die beurteilung von fruchtsaefthen im hinblick ouf ihren HMF-gehalt. *Deutsche Lebensmittel- Rundschau*, 62; 105-108.
- Kumar, P. and Mishra, H. N. 2004. Storage stability of mango soy fortified yoghurt powder in two different packaging materials: HDPP and ALP. *Journal of Food Engineering* 65; 569-576.
- Labuza, T. P. and Baisier, W. M. 1993. The kinetics of nonenzymatic browning. In "Physical Chemistry of Foods", H. G. Scharzberg and R. W. Hartel (Eds.), 595-649 p., Marcel Dekker Inc., New York.
- Lee, F. A. 1983. Basic Food Chemistry, second edition, The Avi Publishing Company, Inc., 564 p., U.S.A.
- Lee, H. S. and Nagy, S. 1988. Quality changes and nonenzymic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *Journal of Food Science*, 53 (1); 168-172.
- Lee, H. S. and Nagy, S. 1990. Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethylfurfural in sugar-catalyst model systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 14; 171-178.
- Lerici, C.R., Barbanti, D., Manzano, M. and Cherubin, S. 1990. Early indicators of chemical changes in foods due to enzymic or non-enzymic browning reactions 1: Study on heat- treated model systems. *Food Science and Technology*, 23; 289- 294.
- Maskan, A., Kaya, S. and Maskan, M. 2002. Effect of concentration and drying processes on color change of grape juice and leather (pestil). *Journal of Food*

- Engineering, 54; 75-80.
- Mendoza, M. R., Olano, A. and Willamiel, M. 2002. Determination of hydroxymethylfurfural in commercial jams and in fruit-based infant foods. *Food Chemistry*, 79; 513-516.
- Miyakawa, Y., Nishi, Y., Kato, K., Sato, H., Takahashi, M. and Hayashi, Y. 1991. Initiating activity of carbohydrates in a two stage mouse skin tumorigenesis model. *Carcinogenesis*, 12; 1169-1173.
- Montgomery, M. W., Reyes, F. G., Cornwell, C. and Beavers, D. V. 1982. Sugars and acid analysis and effect of heating on color stability of Northwest Concord grape juice. *Journal of Food Science*, 47; 1983-1986.
- Namiki, M. 1988. Chemistry of Maillard reactions: Recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagenes. In 'Advances Food Research', C. O. Chishester, B. S. Schweigert (Ed.), Academic Press, 32; 116-184 p., London.
- Plestenjak, A., Stümcüć, M., Hribar, J., Veber, M., Skorja, A., Kordis- Krapez, M., Pavlic, P. and Vidrih, R. 2001. Sensorial properties of ice tea as affected by packaging. *Food Technology and Biotechnology*, 39 (2); 101-107.
- Rada- Mendoza, M., Sanz, M. L., Olano, A. and Villamiel M. 2004. Formation of hydroxymethylfurfural and furosine during the storage of jams and fruit- based infant foods. *Food Chemistry*, 85 (4); 605-609.
- Ramirez-Jimenez, A., Garcia-Villanova, B. and Guerra-Hernandez, E. 2000. Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products. *Food Research International*, 33, 833-838.
- Ramirez-Jimenez, A., Guerra-Hernandez, E. and Garcia-Villanova, B. 2003. Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. *Food Chemistry*, 83; 219-225.
- Resnik, S. and Chirife, J. 1979. Effect of moisture content and temperature on some aspects of nonenzymatic browning in dehydrated apple. *Journal of Food Science*, 44 (2); 601-605.
- Rhim, J. W., Nunes, R. V. and Swartzel, K. R. 1989. Kinetics of colour change of grape juice generated using clearly increasing temperature. *Journal of Food Science*, 54; 776-777.
- Rodriguez, M., Sadler, G. D., Sims, C. A. and Braddock, R. J. 1991. Chemical changes during storage of an alcoholic orange juice beverage. *Journal of Food Science*, 56 (2); 475-479.
- Roig, M. G., Bello, J. F., Rivera, Z. S. and Kennedy, J. F. 1999. Studies on the

occurrence of non-enzymatic browning during storage of citrus juice. *Food Research International*, 32; 609-619.

Schoental, R., Hard, G. C. and Gibbard, S. 1971. Histopathology of renal lipomatous tumors in rats treated with the "natural" products, pyrrolizidine alkaloids and α , β -unsaturated aldehydes. *Journal of the National Cancer Institute*, 47, 1037-1044.

Seo, J. A., Oh, J., Kim, D. J., Kim, H. K. and Hwang, Y. H. 2004. Making monosaccharide and disaccharide sugar glasses by using microwave oven. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 333; 111-114.

Solomon, O., Svanberg, U. and Sahlström, A. 1995. Effects of oxygen and fluorescent light on the quality of orange orange juice during storage at 8°C. *Food Chemistry*, 53, 363-368.

Souci, S. W., Fachmann, W. and Kraut, H. 2000. *Food Composition and Nutrition Tables (6th rev.)*. 915-916 p., Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers.

Soyer, Y., Koca, N. and Karadeniz, F. 2003. Organic acid profiles of Turkish white grapes and grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16; 629-636.

Şimşek, A. 1997. Bazı elma çeşitlerinden elma sosu üretimi, ambalajlanması ve depolanması. Yüksek Lisans tezi (yayınlanmamış). Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. 69 s., Erzurum.

Tonelli, S. M., Errazu, A. F., Porras, J. A. and Lozano, J. E. 1995. Prediction of 5- HMF formation in an industrial apple juice evaporator. *Journal of Food Science*, 60 (6), 1292-1294, 1300.

Toribio, J. L. and Lozano, J. E. 1984. Nonenzymatic browning of apple juice concentrate during storage. *Journal of Food Science*, 49; 889-892.

Toribio, J. L. and Lozano, J. E. 1987. Formation of 5-(hydroxymethyl)- furfural in clarified apple juice during heating at elevated temperatures. *Food Science and Technology*, 20; 59-62.

Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. and Luceno, H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 77; 71-74.

Tosun, I. and Ustun, N. S. 2003. Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80 (4); 441-443.

Ulbrich, R. J., Northup, S. J. and Thomas, J. A. 1984. A review of 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) in parenteral solutions. *Fundamental and Applied Toxicology*, 4; 843-853.

Üçüncü, M. 2000. Gıdaların Ambalajlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, 688 s., Bornova- İzmir.

Velioğlu, S. ve Artık, N. 1993. Bazı pekmez örneklerinin standarda (TS 2792) uygunluğunun belirlenmesi üzerine araştırma. Standard, 376; 51-54.

Whitaker, J. R. 1996. Enzymes. In 'Food Chemistry', O. R. Fennema (Ed.), second edition, Marcel Dekker, 431-530 p., New York.

Yuan, J. P. and Chen, F. 1999. Simultaneous seperation and determination of sugars, ascorbic acid and furanic compounds by HPLC-dual detection. Food Chemistry, 64; 423-427.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Kayseri’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kayseri’de tamamladı. 1996’da girdiği Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2000 yılında Gıda Mühendisi ünvanı ile mezun oldu. 2001’de Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi’nin açmış olduğu Araş. Gör. sınavını kazanarak, Araş. Gör. olarak atandı. 2002 yılında Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.